

题 1

分析：本题主要考查空间电荷区的形成，以及在外加电压作用下的变化。

解答：当 PN 结外加正向电压时，外电场将多数载流子推向空间电荷区，削弱了内电场，使得空间电荷区变窄。因此答案应该选 A。

题 2

分析：本题考查稳压管的基本原理。

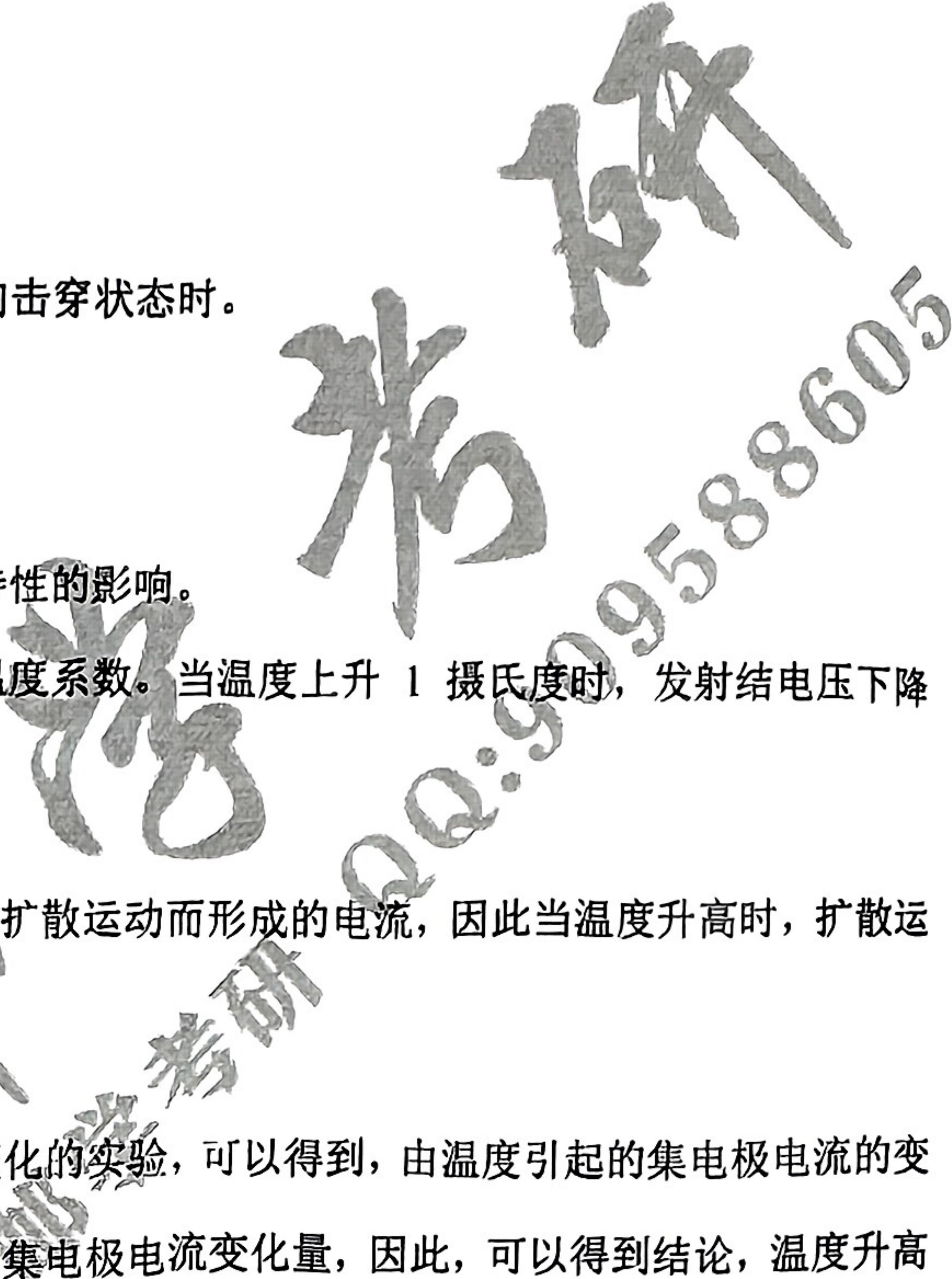
解答：稳压管的稳压区是其工作在反向击穿状态时。

题 3

分析：本题主要考查温度对于晶体管特性的影响。

解答：温度和晶体管发射结电压有负温度系数。当温度上升 1 摄氏度时，发射结电压下降 $2mV$ ，因此 U_{BE} 下降。

对于穿透电流 I_{CEO} 而言，他主要是由于扩散运动而形成的电流，因此当温度升高时，扩散运动加剧，这样就会导致 I_{CEO} 的升高。

通过对晶体管在温度变化时输出特性变化的实验，可以得到，由温度引起的集电极电流的变化量明显大于由于基极电流变化引起的集电极电流变化量，因此，可以得到结论，温度升高时， β 增大。

答案为：c、b、b

题 4

解答：B

题 5

答案：C；B

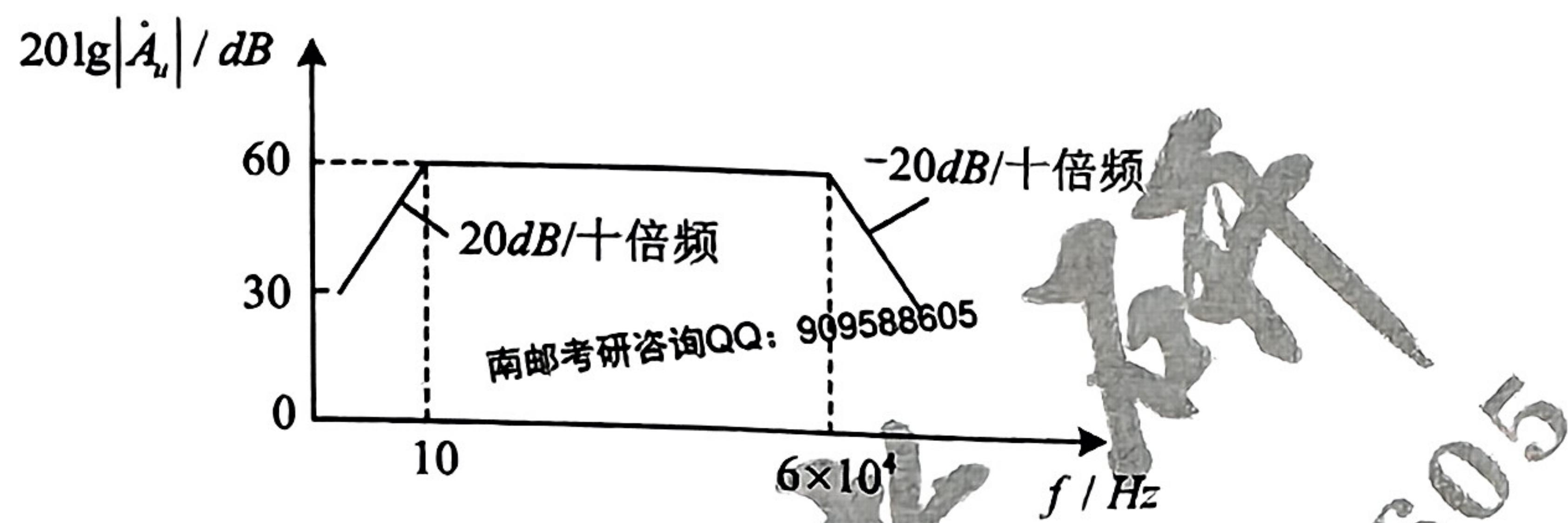
提高带负载能力：减小 R_o ，所以是电压反馈

减小 R_i ：电流反馈。

题 6

解：

(1) 题图中 $A_{\text{un}} = 60 \text{ dB}$ ($10^3 = 1000$ 倍)

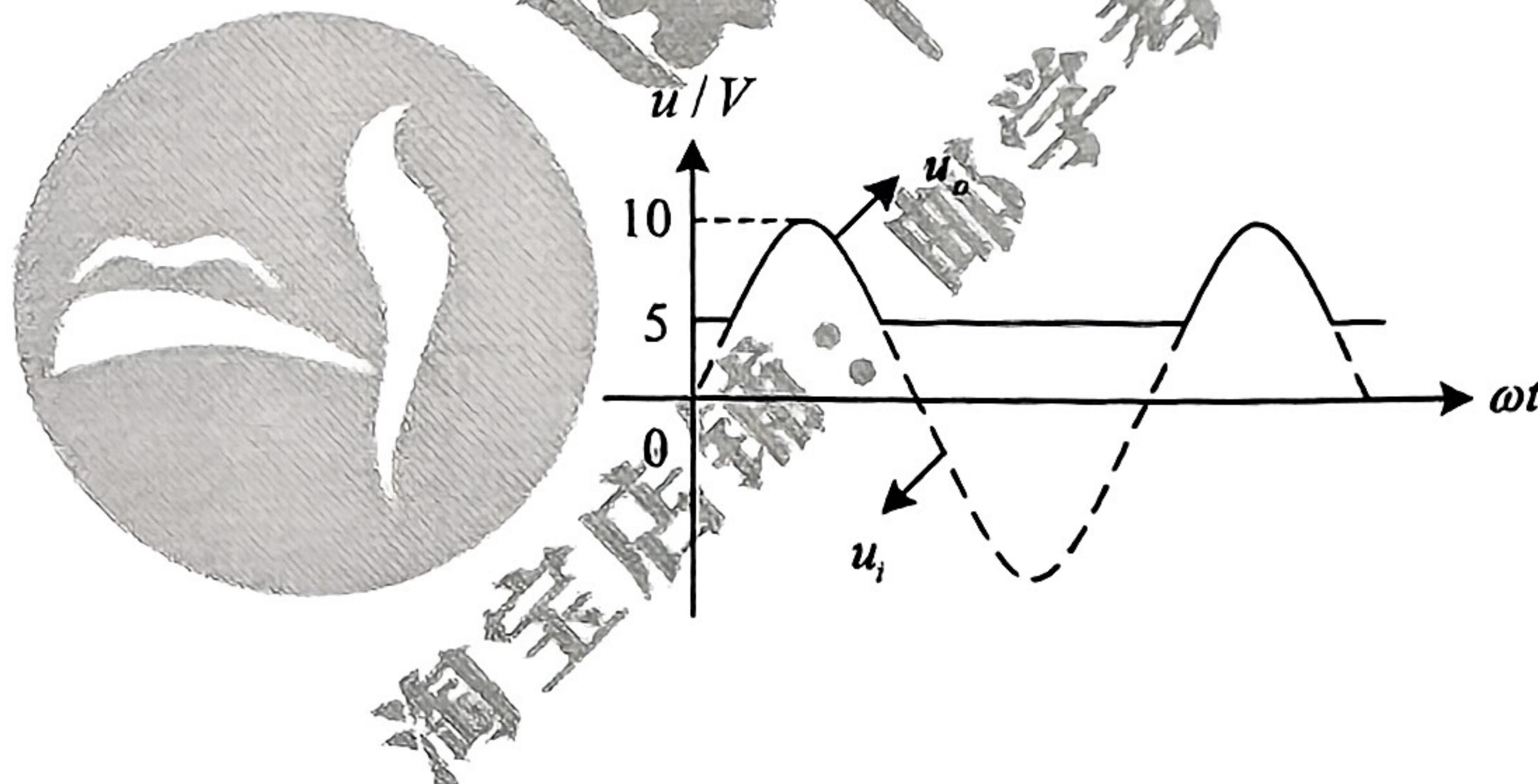


(2) 题图中 $f_L = 10 \text{ Hz}$, $f_H = 6 \times 10^4 \text{ Hz}$

题 7

解：当 $u_i > E$ 时， VD 导通 $u_o = u_i$ ；

当 $u_i < E$ 时， VD 截止 $u_o = E$



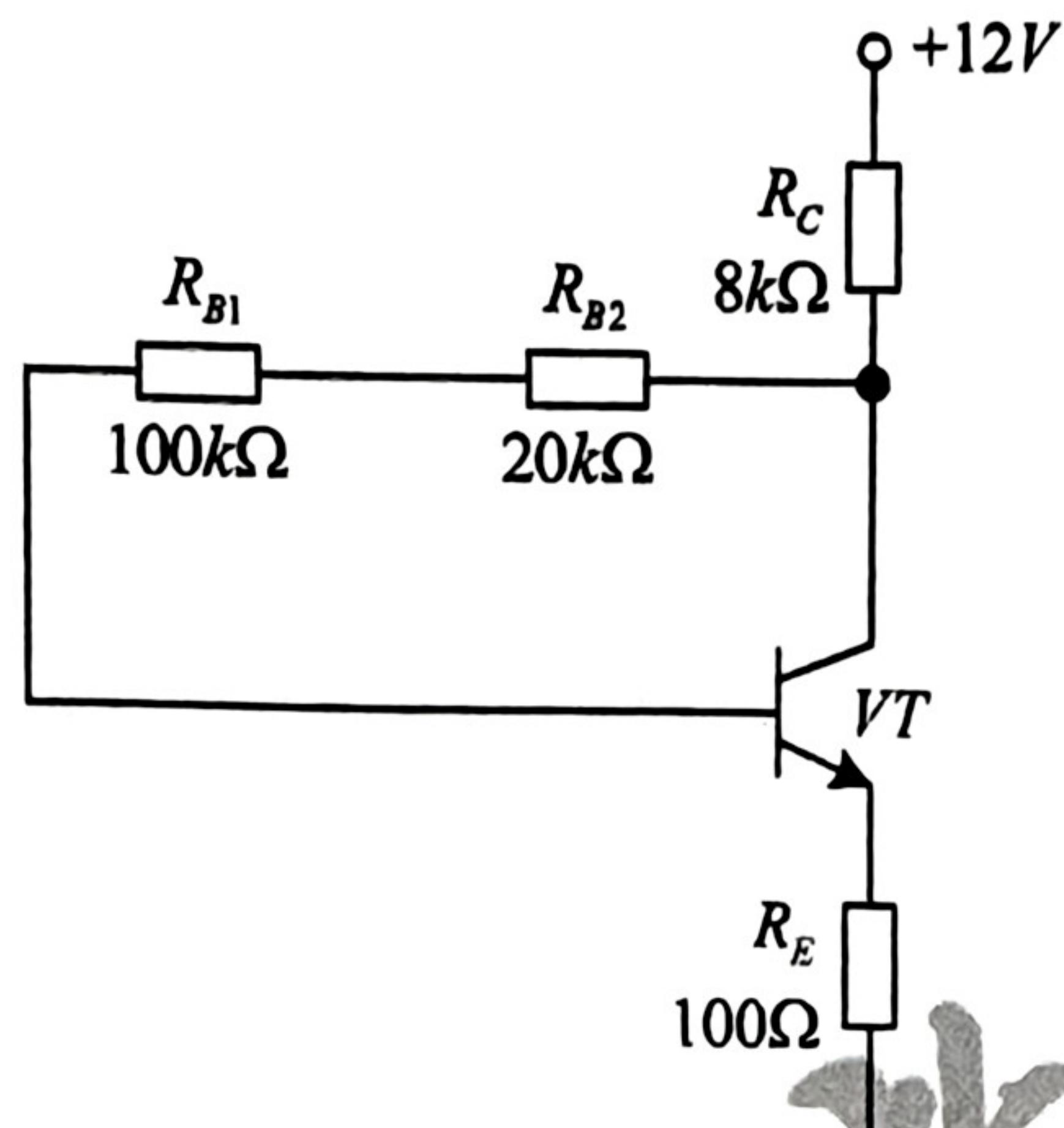
题 8

分析：该图为集电极-基极偏置的共发射极放大电路，静态分析时，注意基极电流由集电极电位确定，需要列方程，而动态分析时由于所有电容容量足够大，都可以看作短路。要注意的是，电容 C_3 短路后电阻 R_{B1} 、 R_{B2} 的处理。//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

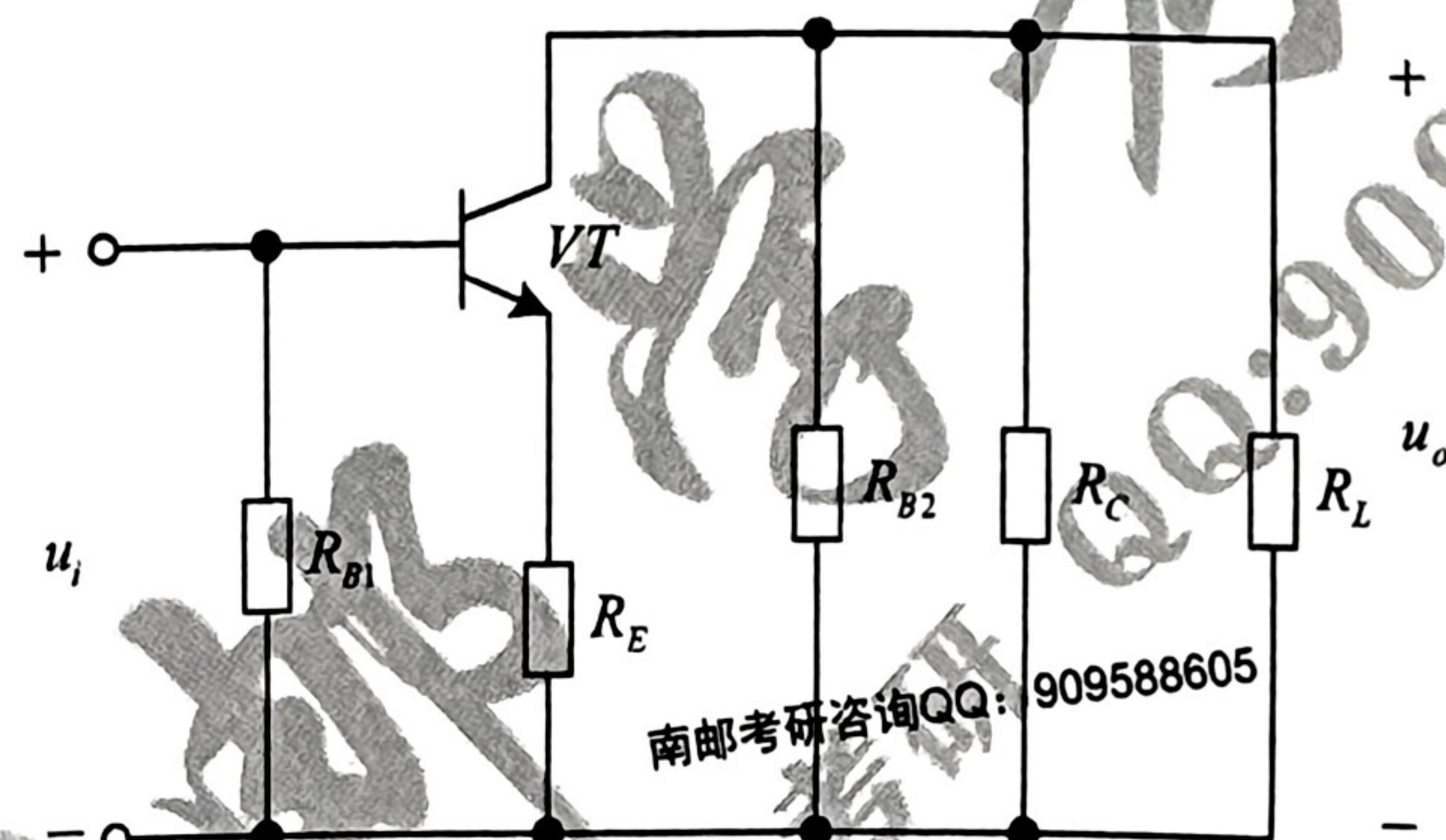
解：

(1) 直流通路、交流通路及微变等效电路。

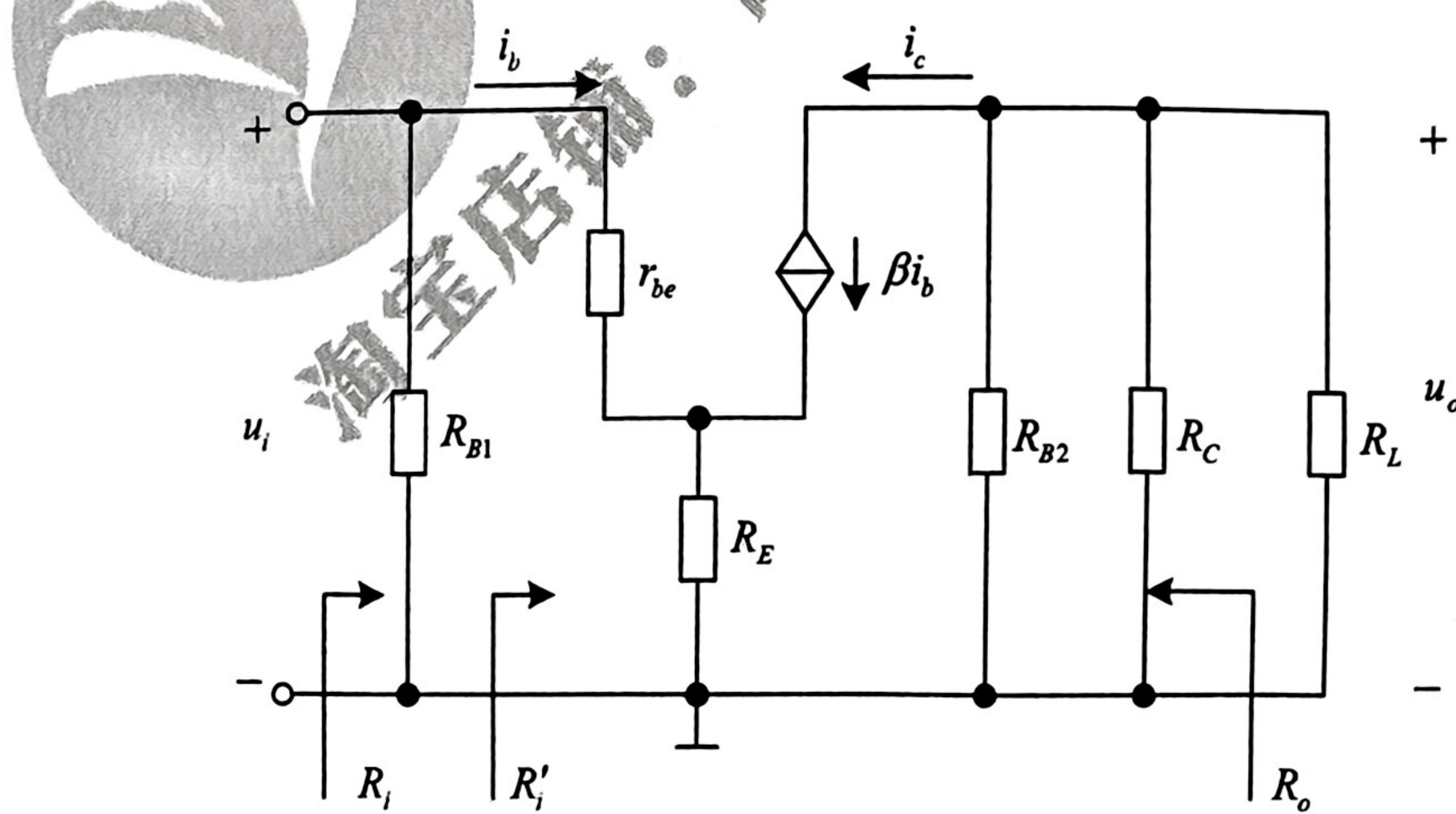
直流通路如题解图(a)所示, 交流通路如题解图(b)所示, 微变等效电路如题解图(c)所示。



题解图 (a)



题解图 (b)



题解图 (c)

(2) 静态工作点分析：在直流通路上分析电路的静态工作点（如题解图 (b) 所示）

$$\because I_{EQ} \cdot R_C + I_{BQ} \cdot (R_{B1} + R_{B2}) + U_{BEQ} + I_{EQ} \cdot R_E = V_{CC}$$

$$I_{EQ} = (1 + \beta) I_{BQ}$$

$$\therefore I_{EQ} \left(R_C + \frac{R_{B1} + R_{B2}}{1 + \beta} + R_E \right) = V_{CC} - U_{BE}$$

$$I_{EQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_C + \frac{R_{B1} + R_{B2}}{1 + \beta} + R_E} = \frac{12 - 0.6}{8 + \frac{100 + 20}{1 + 80} + 0.1} = 1.2mA$$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = 1.2mA, \quad I_{BQ} = \frac{I_E}{1 + \beta} \approx 15\mu A$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_E (R_C + R_E) = 12 - 1.2 \times (8 + 0.1) = 2.3V$$

(3) 求电压放大倍数、输入电阻和输出电阻：在交流通路或微变等效电路上分析求解（如题解图 (c) 所示）

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 200 + (1 + 80) \times \frac{26}{1.2} = 1955\Omega \approx 2k\Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta (R_{B2} // R_C // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} = -80 \times \frac{20 // 8 // 8}{2 + (1 + 80) \times 0.1} = -80 \times 0.33 \approx -26.4$$

输入电阻：

$$R_i = R_{B1} // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 100 // [2 + (1 + 80) \times 0.1] \approx 9.2k\Omega$$

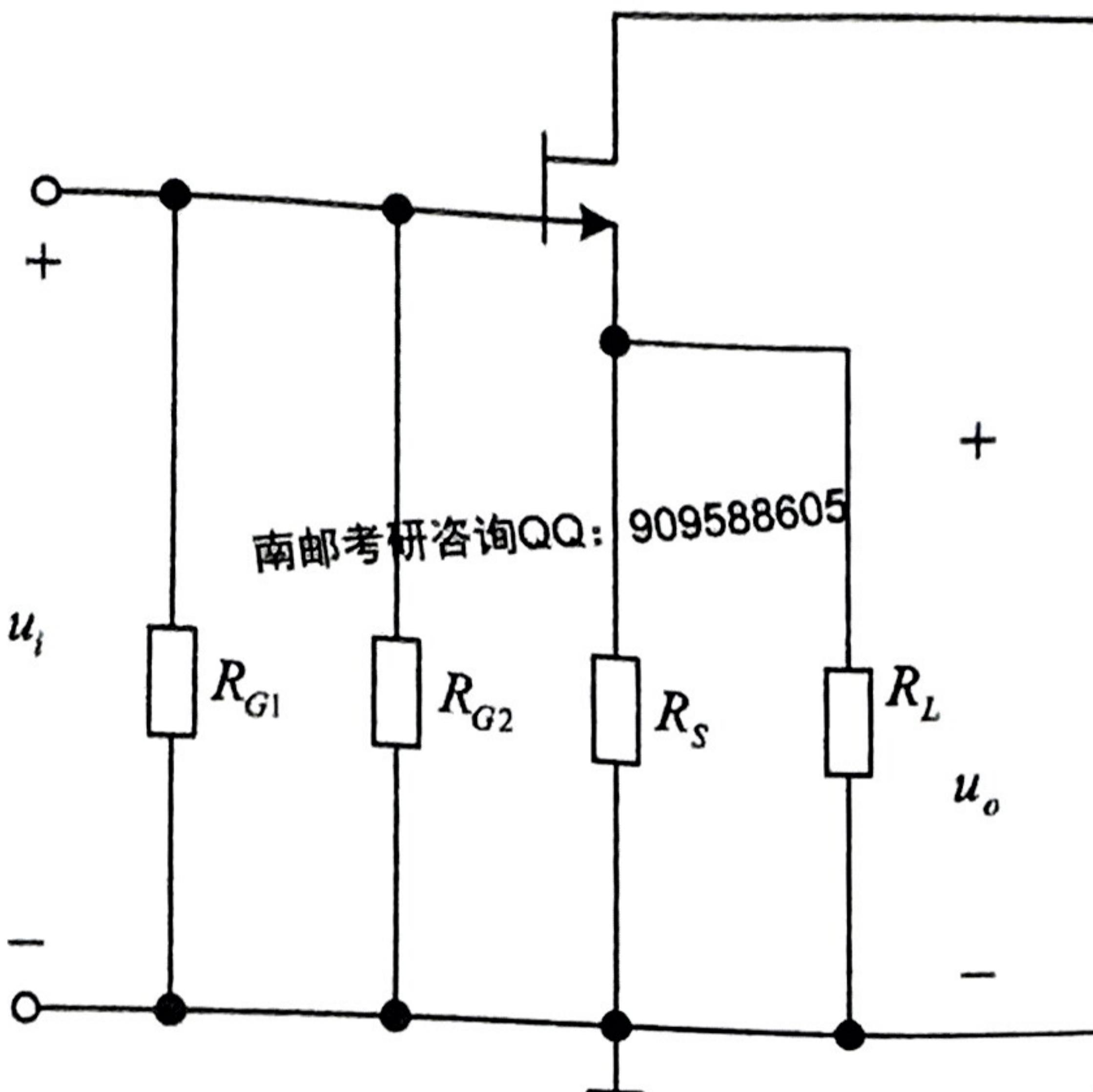
输出电阻：

$$R_o = R_{B2} // R_C = 20 // 8 \approx 5.7k\Omega$$

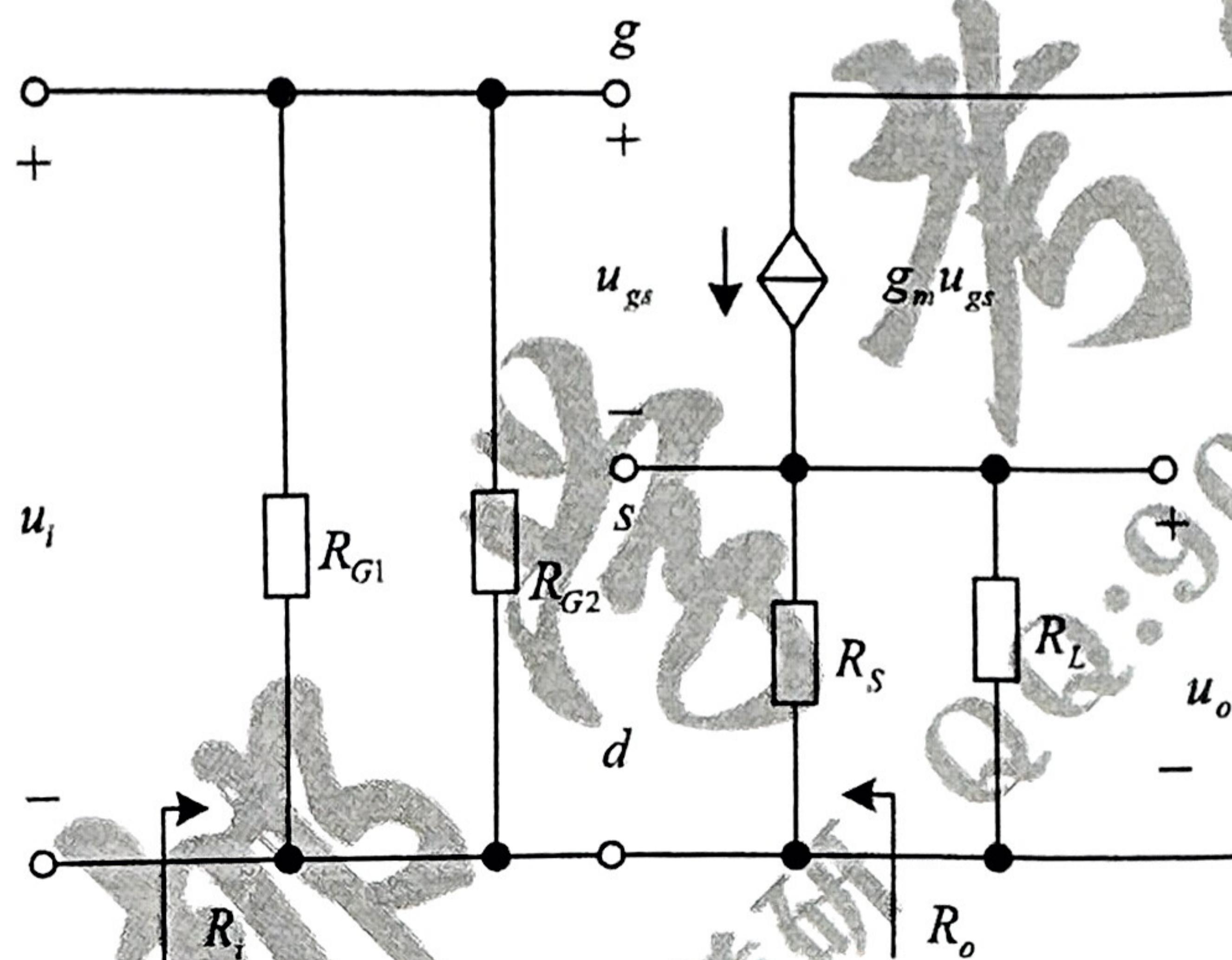
(4) 若输入正弦电压，输出波形出现顶部失真，由于是 NPN 管构成的共发射极组态，所以出现的失真是截止失真。说明工作点设置偏低，需要适当提高工作点，即加大静态工作点电流值，所以要减小偏置电阻 R_{B1} 或 R_{B2} 的值。//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 9

解：(1) 本题为 N 沟道 MOS 管构成的共漏组态放大电路，其交流通路及微变等效电路如题解图 (a) 所示：



题解图 (a) 交流通路



题解图 (b) 微变等效电路

$$(2) \because u_o = g_m u_{gs} R'_L, \quad R'_L = R_s // R_L$$

$$u_i = u_{gs} + g_m u_{gs} R'_L$$

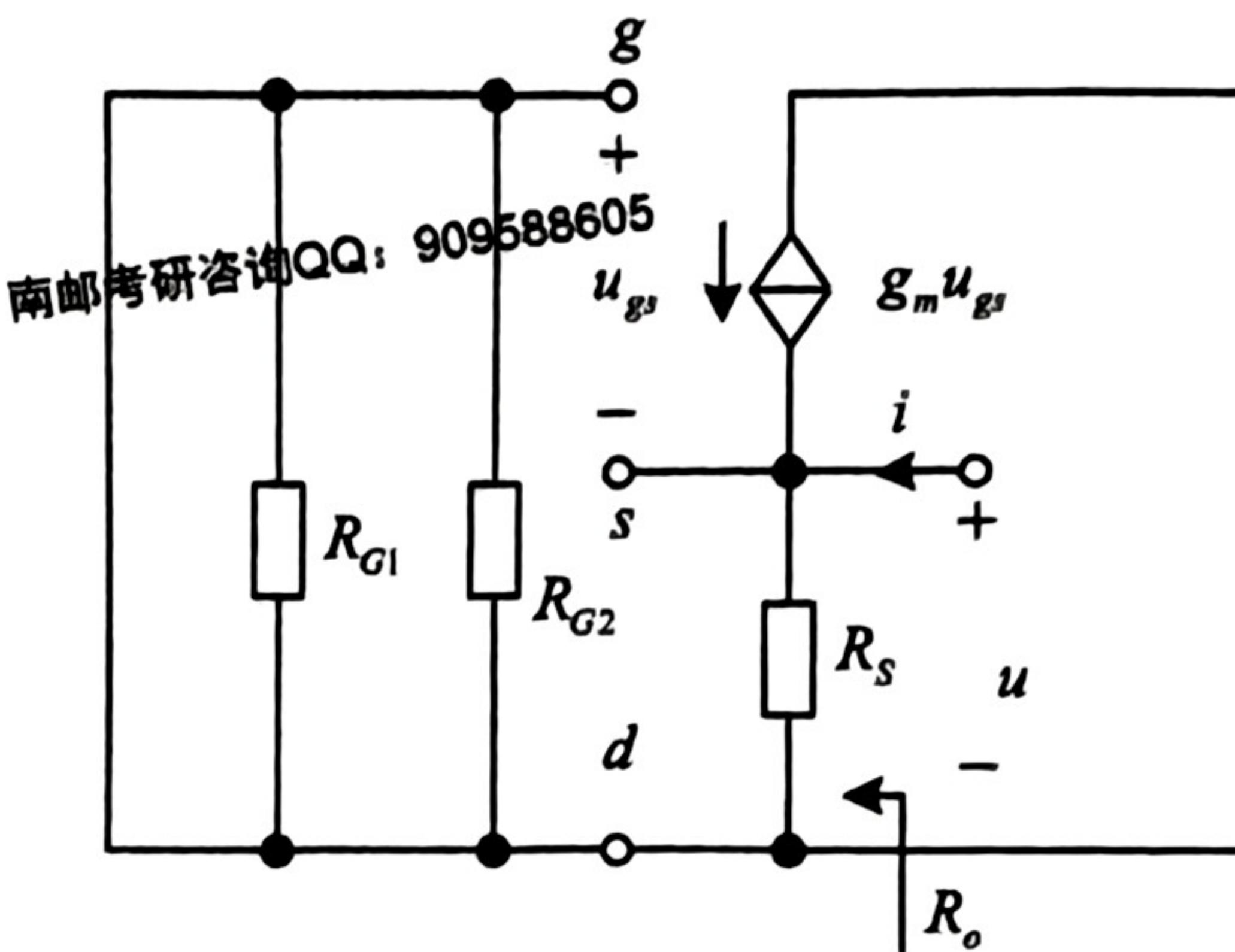
$$\therefore A_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{g_m u_{gs} R'_L}{u_{gs} + g_m u_{gs} R'_L} = \frac{g_m R'_L}{1 + g_m R'_L}$$

代入： $g_m = 2mS$ ， $R'_L = R_s // R_L = 6.8 // 12 = 4.34k\Omega$

$$\text{得： } A_u = \frac{g_m R'_L}{1 + g_m R'_L} = \frac{2 \times 4.34}{1 + 2 \times 4.34} \approx 0.9$$

$$R_i = R_{G1} // R_{G2} = (560 \times 10^3) // (1.2 \times 10^6) = 382 \times 10^3 \Omega$$

求输出电阻 R_o ，将题解图 (b) 中的输入端短路，输出端外加电压为 u ，如题解图 (c) 所示：



题解题 (c)

$$u_{gs} = -u$$

$$i = \frac{u}{R_s} - g_m u_{gs} = \frac{u}{R_s} - g_m (-u) = \frac{u}{R_s} + g_m u$$

$$\therefore R_o = \frac{u}{i} = \frac{1}{g_m + \frac{1}{R_s}} = R_s // \frac{1}{g_m} = 6.8 // \frac{1}{2}$$

$\approx 0.47 k\Omega$ // 南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605 //

题 10

提示：本题考查简单电路的读图能力和差分放大电路的分析方法。对于未见过的电路，在作定量分析之前，首先要分析电路的组成。在所示电路中， T_3 、 R_{e3} 、 R 和 D_2 组成了电流源电路，因而该电路为具有恒流源的差分放大电路。电流源为 T_1 和 T_2 管设置发射极静态电流，并对共模信号等效成无穷大的负反馈电阻。

解：

(1) 本小题带有设计性质，是在一定的需求下选择电路参数。

R_{e3} 中电流约为 T_1 、 T_2 发射极电流之和，即 $I_{R_{e3}} \approx 2I_{EQ} = 0.6mA$ ，故

$$R_{e3} \approx \frac{U_z - U_{BE3}}{2I_{EQ}} = \frac{3.7 - 0.7}{2 \times 0.3} k\Omega = 5k\Omega$$

(2) 集电极静态电位 U_{CQ1} 和 U_{CQ2} 分别为

$$U_{CQ1} = V_{CC} = 12V$$

$$U_{CQ2} = V_{CC} - I_{CQ}R_{c2} \approx (12 - 0.3 \times 20)V = 6V$$

(3) 空载时，单端输出电路的差模放大倍数是双端输出的一半，且由于在 T_2 集电极输出，输出电压与输入电压同相，故

$$A_{ud} = \frac{\beta R_e}{2r_{be}} = \frac{80 \times 20}{2 \times 7} = 114$$

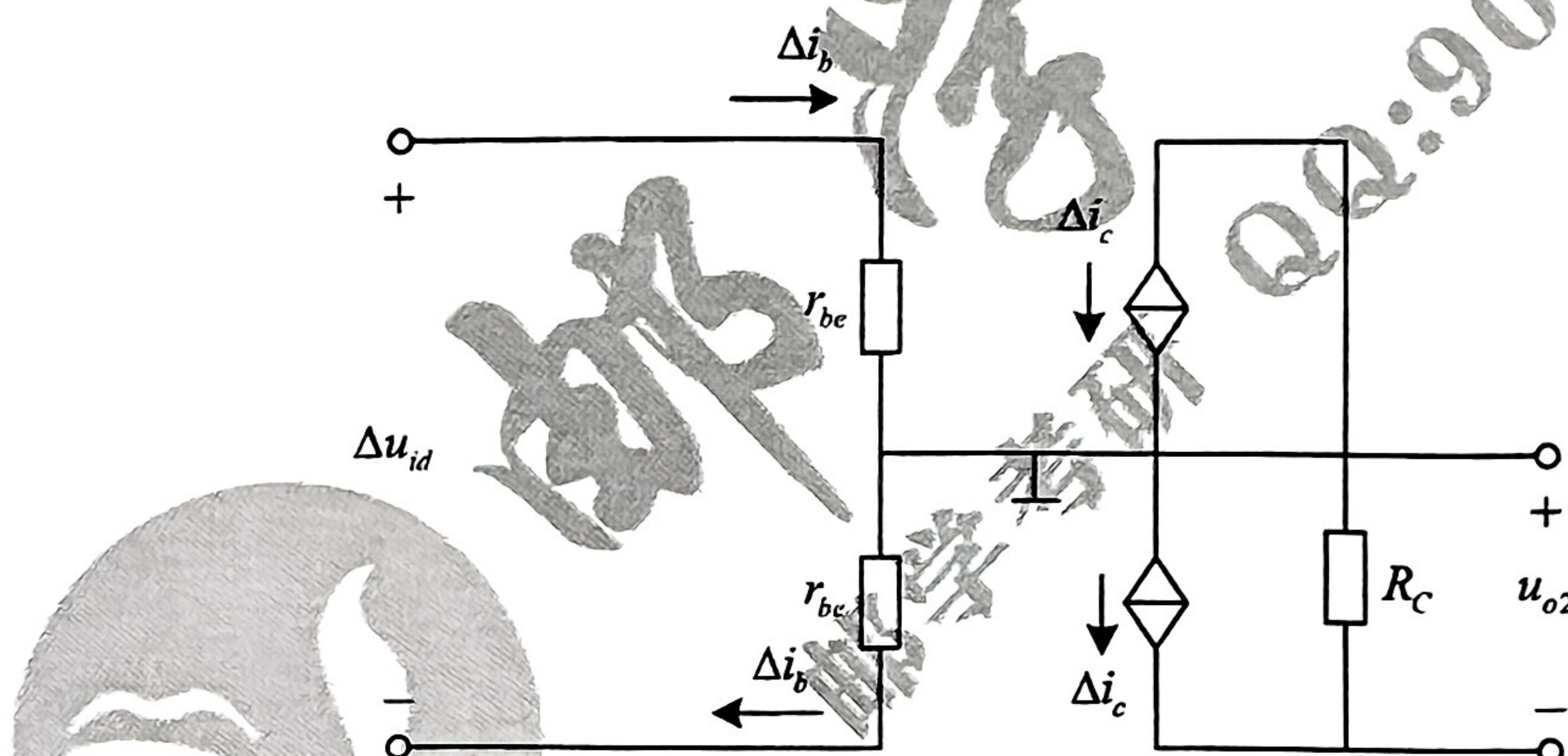
R_i 和 R_o 分别为：

$$R_i = 2r_{be} = 2 \times 7k\Omega = 14k\Omega$$

$$R_o = R_c = 20k\Omega$$

由于电路是具有恒流源的差分放大电路，故 $A_{uc} = 0$ 。

差模小信号等效电路如下：



(4) 若直流信号 $u_I = 10mV$ ，则 u_o 的变化量

$$\Delta u_o = A_d u_I \approx 114 \times 0.01V = 1.14V$$

因此

$$u_o = U_{CQ2} + \Delta u_o \approx (6 + 1.14)V = 7.14V$$

题 11

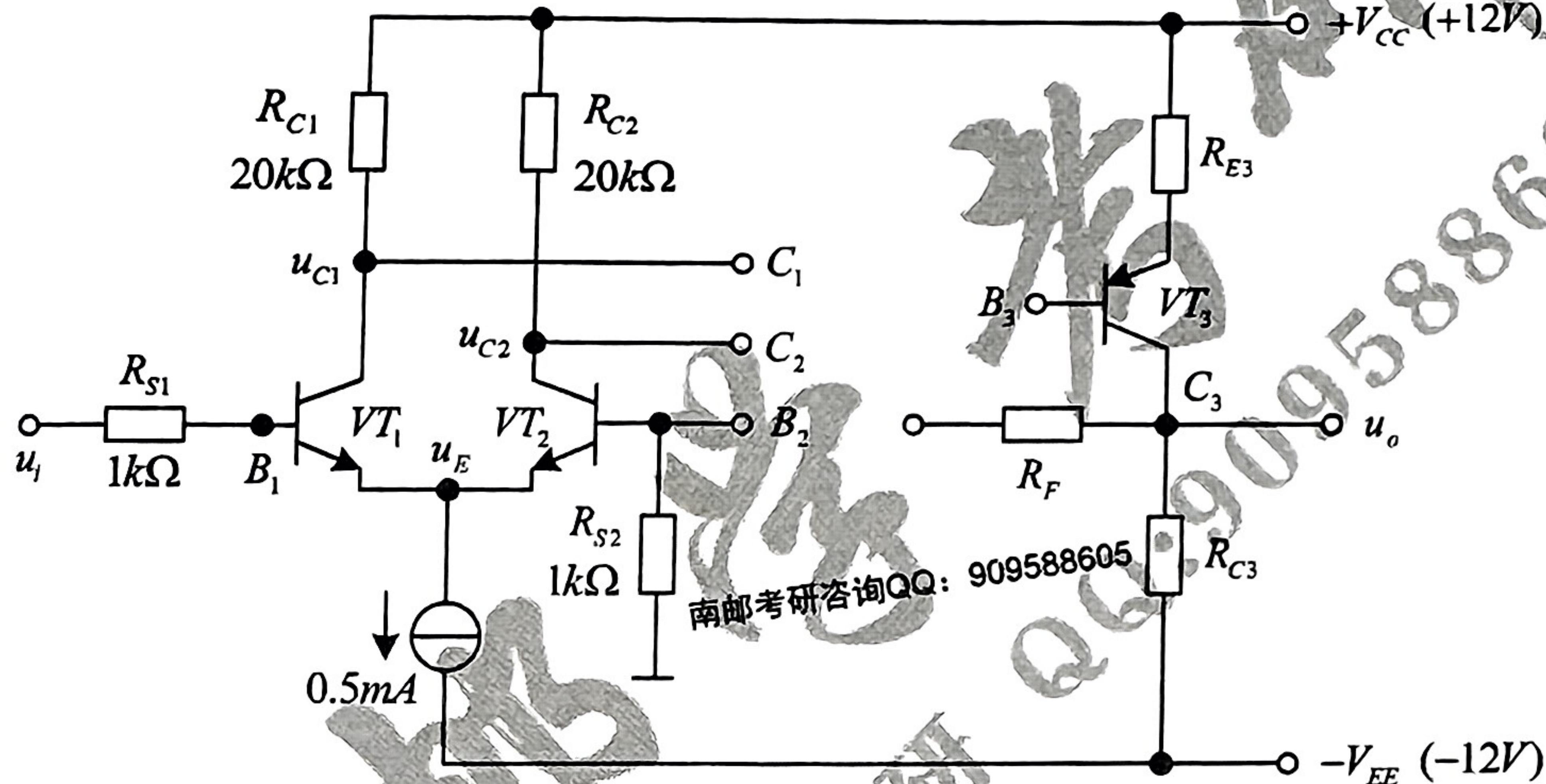
解：

(1) 按题目要求，应将 B_3 点与 C_1 相连，构成电压串联负反馈。

$$(2) \text{满足深度负反馈, } A_{uf} = 10 = \frac{1}{F_u} \Rightarrow F_u = 0.1$$

$$F_u = \frac{R_{S2}}{R_{S2} + R_F} = \frac{1}{1 + R_F} = 0.1$$

$$\therefore R_F = 9k\Omega$$



(3) 根据题目要求，应该引入电压并联负反馈，将 R_F 连到 B_1 ，同时将 B_3 改为与 C_2 相连。

题 12

解： A_1 和 A_2 构成了同相比例运算电路中的特殊应用——电压跟随器， A_4 为反相比例运算电路， A_3 和 A_4 一起构成一个差分方式的减法电路。

设运放 A_1 的输出为 u_{o1} ， A_2 的输出为 u_{o2} ， A_4 的输出为 u_{o4} ，因为 A_1 、 A_2 为电压跟随器，所以有

$$u_{o1} = u_{i1}, \quad u_{o2} = u_{i2}$$

因为 A_4 为反相比例运算电路，所以

$$u_{o4} = -\frac{R_3}{R_4} u_o$$

利用“虚断”特征及叠加原理，可以得到

$$u_{3+} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{o2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{o4} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i2} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} u_o$$

$$u_{3-} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{o1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i1}$$

由“虚短”可知 $u_{3-} = u_{3+}$ ，即

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i2} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} u_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i1}$$

$$R_2 u_{i2} - R_1 \cdot \frac{R_3}{R_4} u_o = R_2 u_{i1}$$

$$R_1 \cdot \frac{R_3}{R_4} u_o = -R_2 (u_{i1} - u_{i2})$$

$$u_o = -\frac{R_4 R_2}{R_1 R_3} (u_{i1} - u_{i2})$$

//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 13

解：

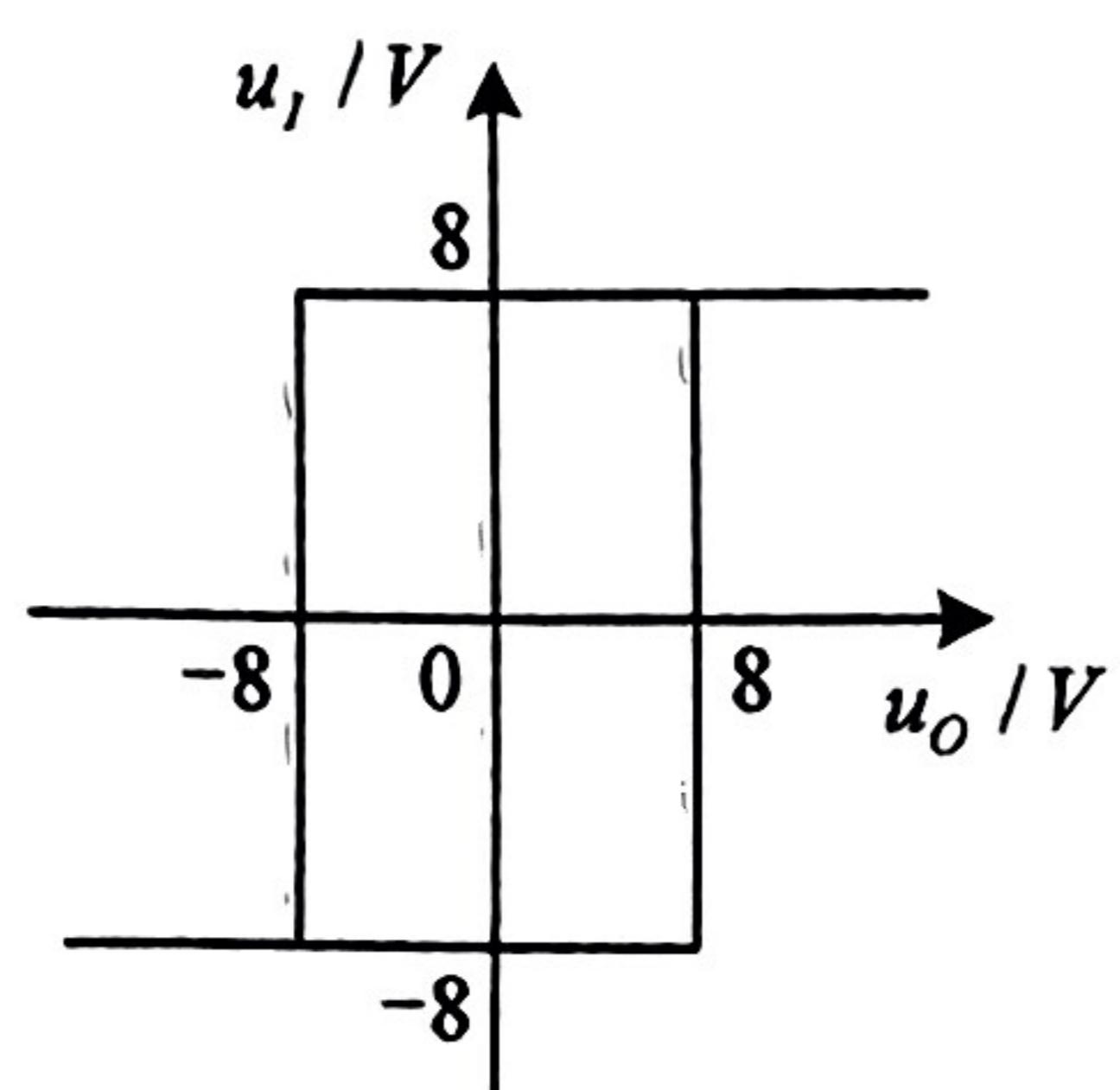
(1) A_1 ：滞回比较器； A_2 ：积分运算电路。

(2) 根据输出端限幅电路可得输出高、低电平为 $\pm U_z = \pm 8V$ 。

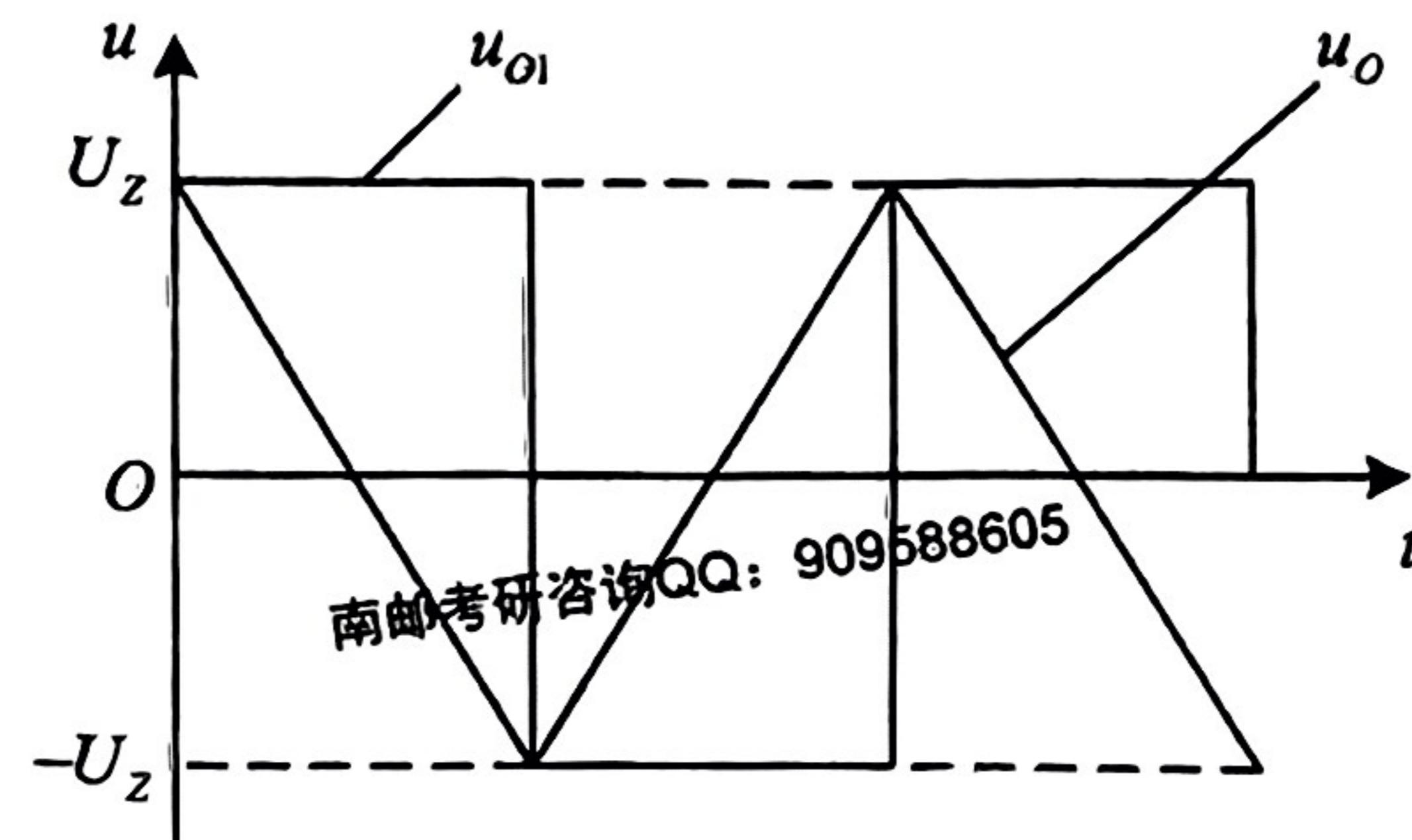
根据 $u_{p1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_{o1} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot u_o = u_{n1} = 0$ ，可得阈值电压

$$\pm U_T = \pm U_z = \pm 8V$$

因而 u_{o1} 与 u_o 的关系曲线如图解 (a) 所示。



(a)



(b)

(3) u_o 与 u_{o1} 的运算关系式

$$\begin{aligned} u_o &= -\frac{1}{R_4 C} u_{o1}(t_2 - t_1) + u_o(t_1) \\ &= -2000u_{o1}(t_2 - t_1) + u_o(t_1) \end{aligned}$$

(4) 因为积分运算电路正向和反向积分常量相等，故 u_o 为三角波， u_{o1} 为方波，如图解 (b) 所示。

u_{o1} 图形是 (b) 图中的方波。

u_o 图形是 (b) 图中的斜线。

//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//



淘宝店铺：
邮学考研

邮学考研-模电原创模拟卷三：解析

题 1

【答案】载流子浓度梯度；内建电场。

【解析】扩散是自发的，漂移是由电场力造成的。

题 2

分析：本题考查晶体管电流放大倍数的频率响应。

解答：集电极电流 I_C 为

$$I_C = I_E - I_B = 1.02 - 0.02 = 1mA$$

共射电流放大系数 β 为

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1}{0.02} = 50$$

共基电流放大系数为

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1}{1.02} = 0.98$$

本题答案为 B。

题 3

分析：本题考查场效应管的工作原理。

解答：无论对于结型场效应管还是绝缘栅型场效应管，都是通过改变栅一源电压，来控制漏极电流。因此可以等效成一个电压控制电流源。

因此，答案为：b、b、a。//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 4

分析：本题考查放大电路的上限频率和下限频率的理解。

解答：当 $f < f_L$ 或 $f > f_H$ 时，电压放大倍数迅速减小，不能进行不失真的放大。本题答案为 C。

题 5

稳定输出电流：只有电流反馈才稳定输出电流。

减小从信号源索取的电流：提高输入电阻，所以是串联反馈。

题 6

【答案】D

【解析】差分放大电路由两个电路结构、参数均相同的单管放大电路组成，具有稳定的电流偏置和很强的抑制共模信号的能力。

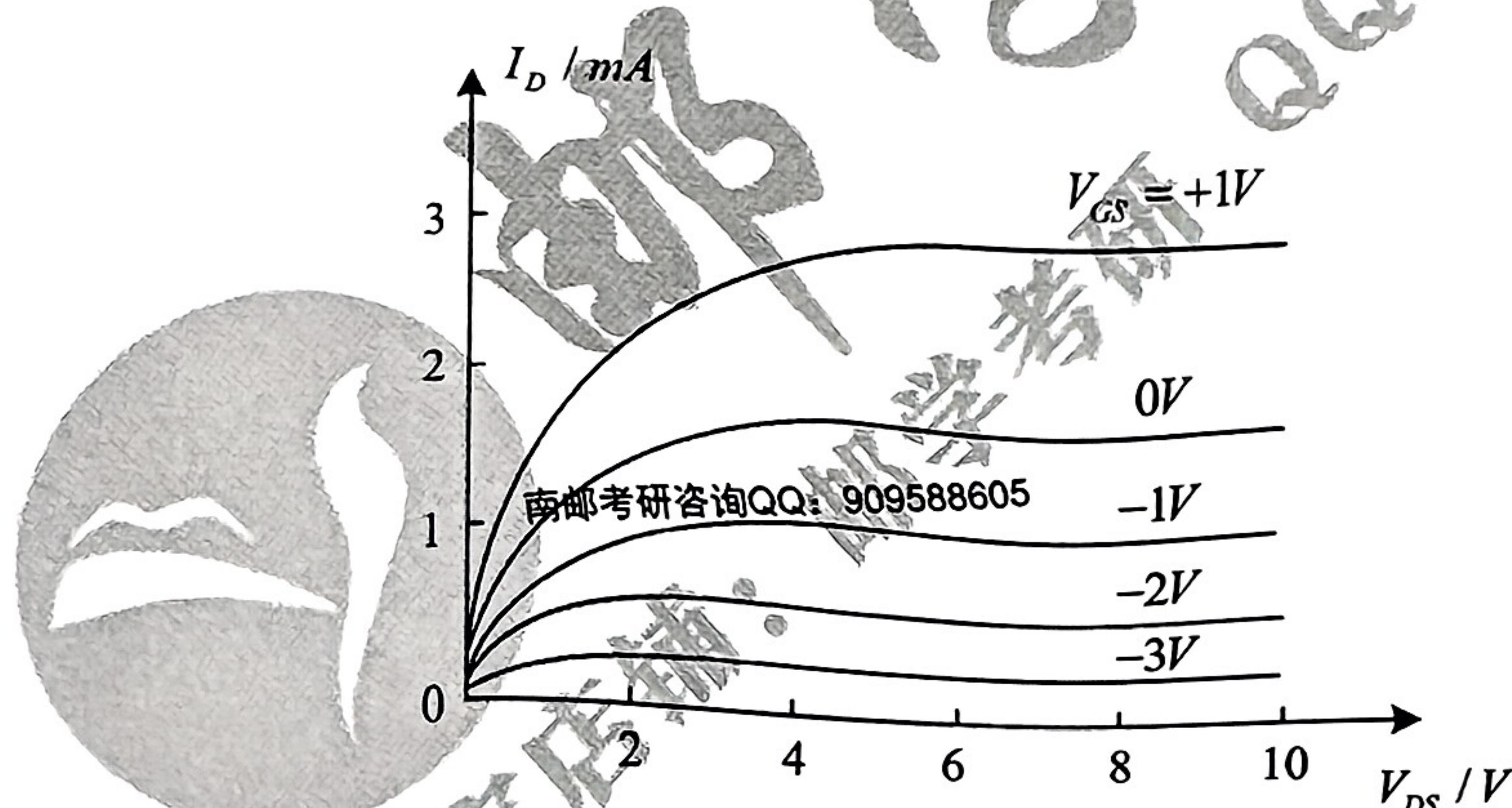
题 7

分析：本题考查理想集成运算放大器的基本特性。

解答： $A_{ud} = \infty$ ； $R_{id} = \infty$ ； $R_o = 0$ ； $K_{CMR} = \infty$ 。

题 8

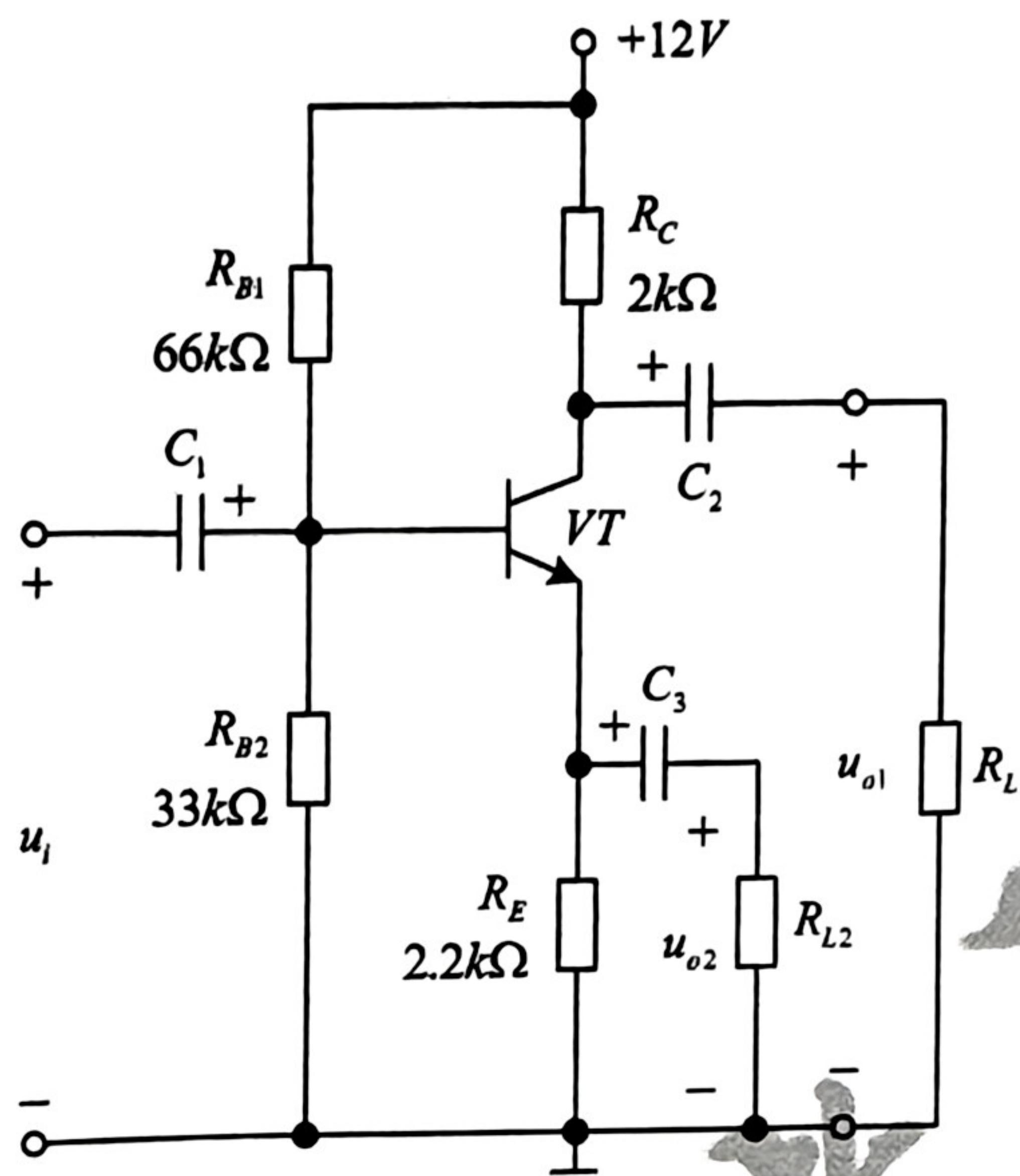
某场效应管的输出特性如图所示，试判断该管属于（ ）。



- A. 沟道结型场效应管
- B. N 沟道增强型 MOS 管
- C. N 沟道耗尽型 MOS 管
- D. P 沟道耗尽型 MOS 管

题 9

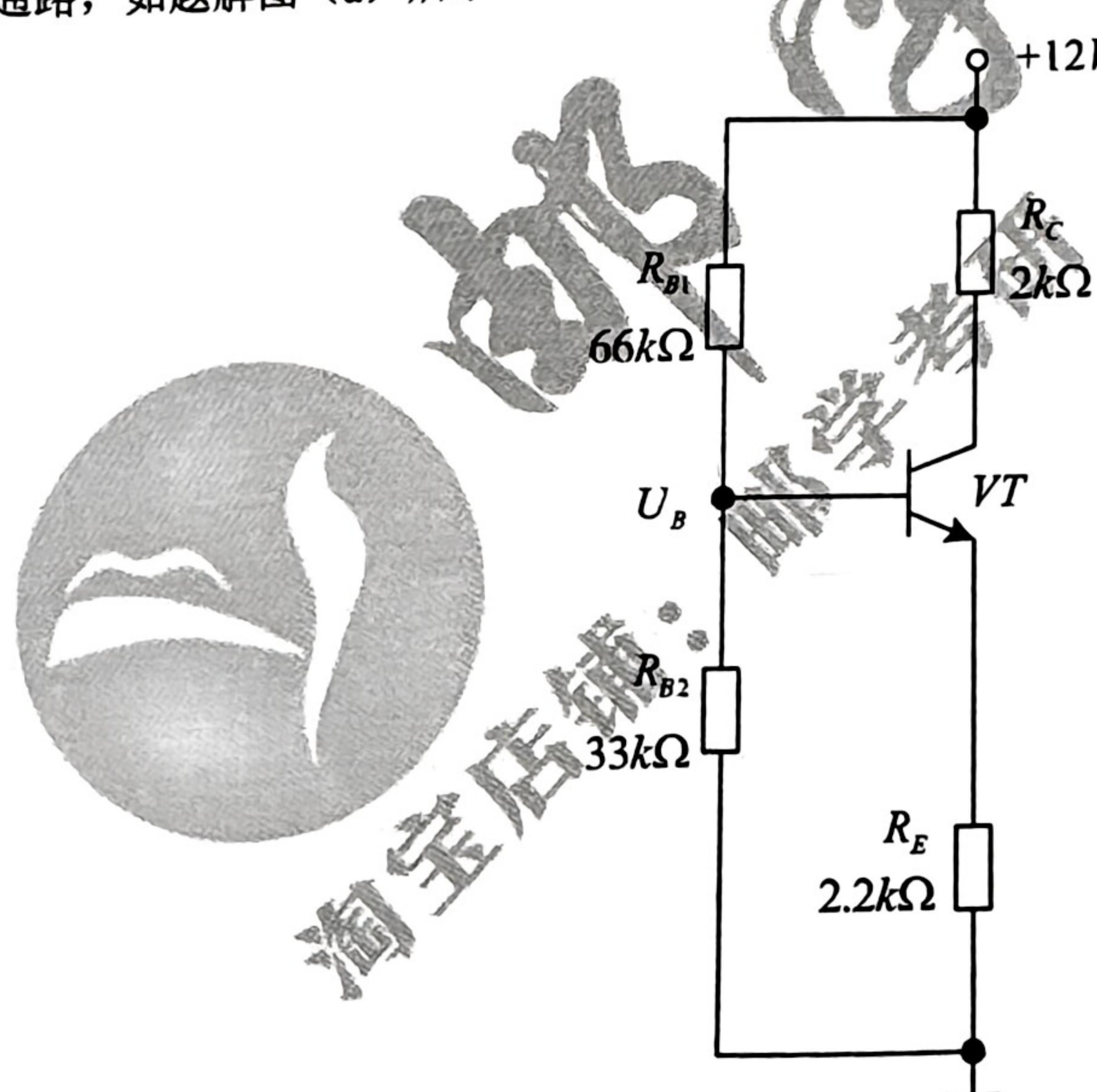
分析：该电路分别接有两个输出 u_{o1} 和 u_{o2} ，而输入信号均在基极， u_{o1} 为集电极输出，构成共射极组态，而 u_{o2} 在发射级输出，构成了共集电极组态。



解：

(1) 直流工作点的计算：

静态工作点与输出端的接法无关。因为输入输出均有隔直电容。电容开路后可以得到其直流通路，如题解图(a)所示：



题解图 (a)

设 $U_{BEQ} = 0.6V$, $r_{bb'} = 200\Omega$

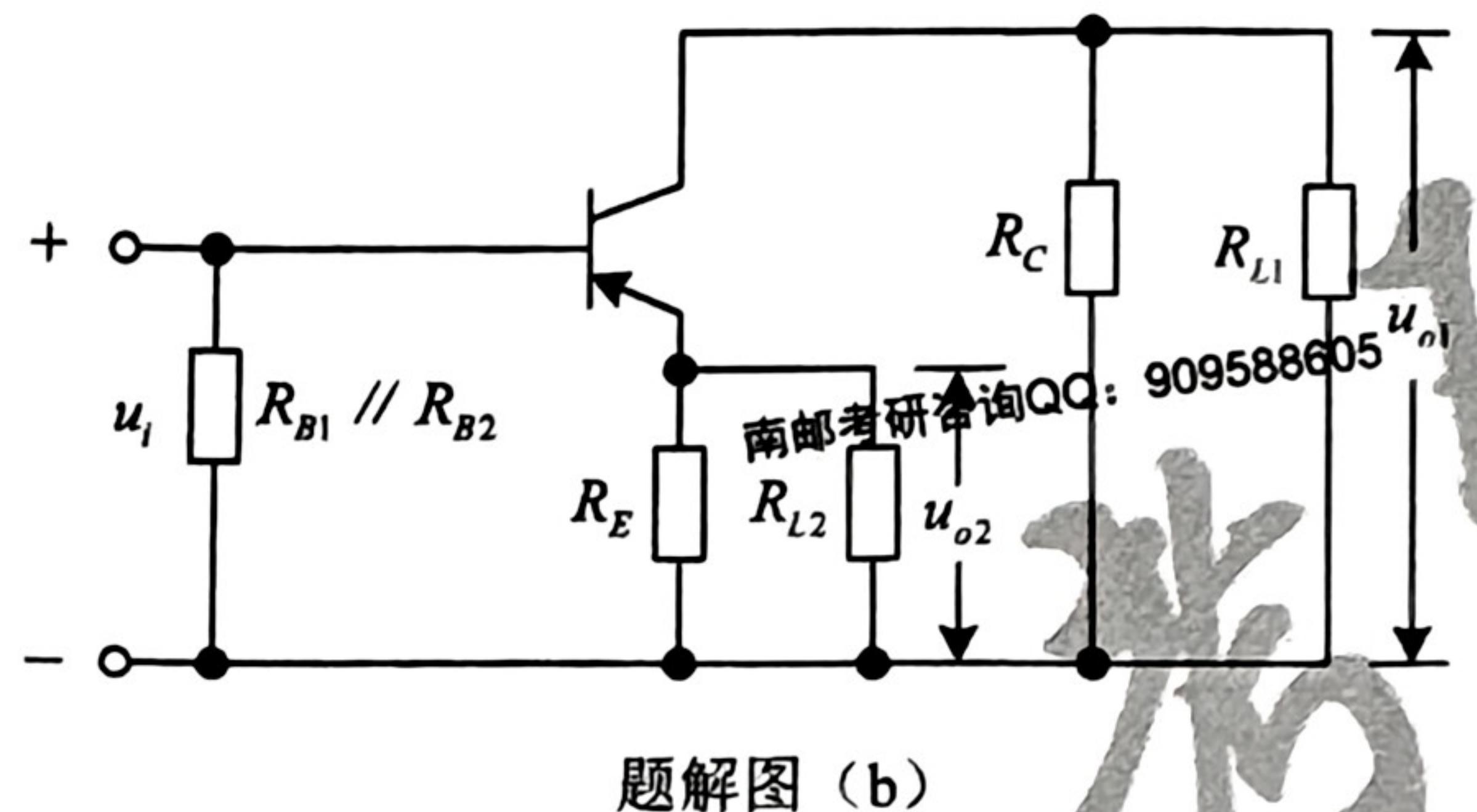
$$\therefore U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC} = \frac{33}{66 + 33} \times 12 = 4V$$

$$\therefore I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_B - U_{BEQ}}{R_E} = \frac{4 - 0.6}{2.2} = 1.5mA$$

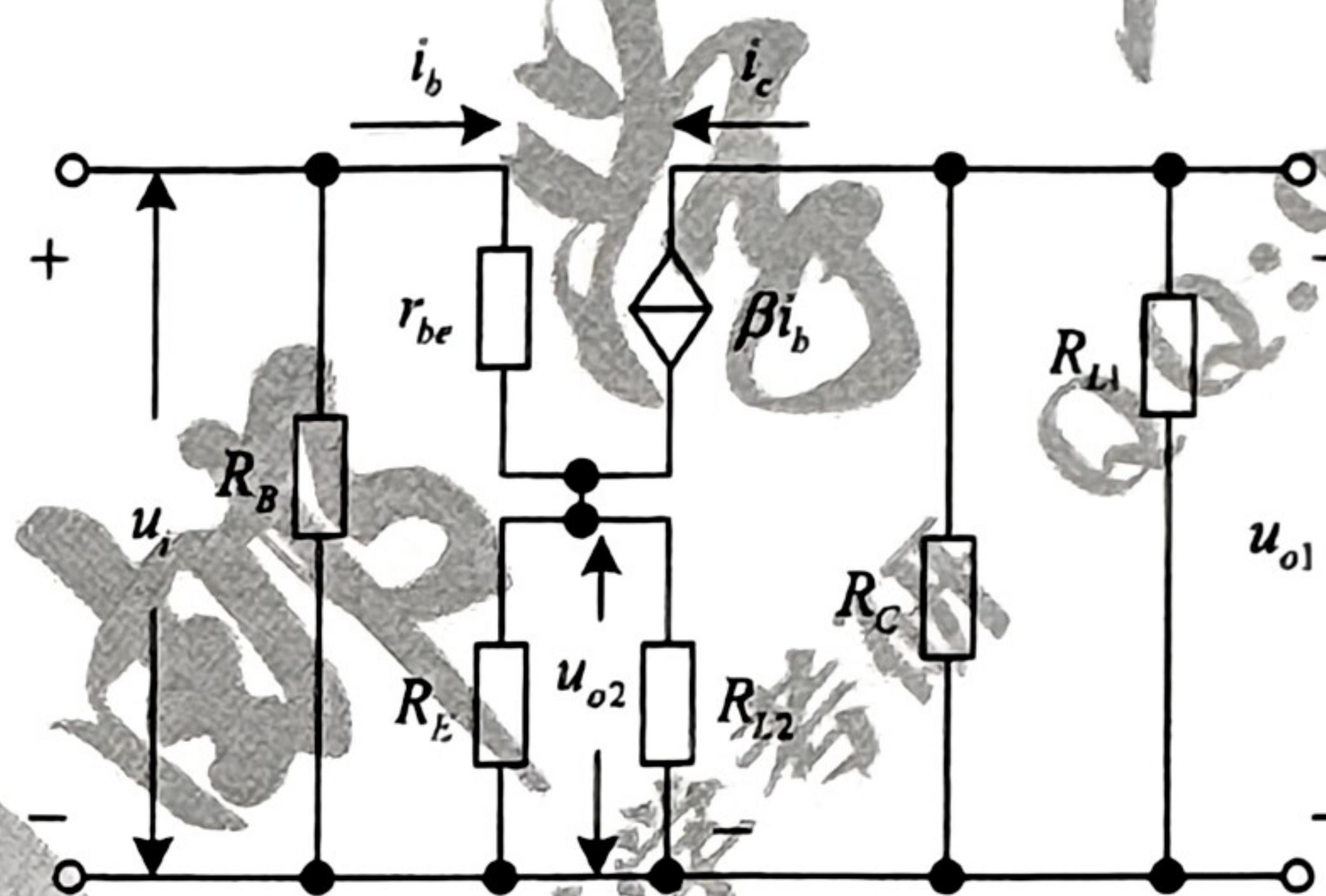
$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{1.5mA}{80} = 19\mu A$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 12 - 1.5 \times (2 + 2.2) = 5.7V$$

(2) 交流通路如题解图 (b) 所示，微变等效电路如题解图 (c) 所示。



题解图 (b)



题解图 (c)

$$r_{be} = r_{hb'} + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 200 + (1 + 80) \times \frac{26}{1.5} = 1604\Omega \approx 1.6k\Omega$$

$$\dot{A}_{u1} = \frac{u_{o1}}{u_i} = -\frac{\beta R_C // R_{L1}}{r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_{L2})} = -\frac{80 \times (2 // 3)}{1.6 + (1 + 80) \times (2.2 // 2.2)} = -1.06$$

$$\dot{A}_{u2} = \frac{u_{o2}}{u_i} = \frac{(1 + \beta)(R_E // R_{L2})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_{L2})} = \frac{(1 + 80) \times (2.2 // 2.2)}{1.6 + (1 + 80) \times (2.2 // 2.2)} = 0.98$$

\dot{A}_{u1} 与 \dot{A}_{u2} 模值近似相等，但相位相反！//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

(3) 输出电阻的计算：

负载电阻 R_{L1} 处为共发射极组态，所以其输出电阻为：

$$R_{o1} \approx R_C = 2k\Omega$$

而负载电阻 R_{L2} 处为共集电极组态，所以其输出电阻为：

$$R_{o2} = R_E // \frac{r_{be} + R_B}{1 + \beta} = 2.2 // \frac{1.6 + 22}{1 + 80} \approx 0.288(k\Omega)$$

$$R_B = R_{B1} // R_{B2} = \frac{66 \times 33}{66 + 33} = 22(k\Omega)$$

题 10

分析：由 $JFET$ 管 VT_1 和 VT_2 构成了双端输入双端输出的差动放大电路， VT_3 管构成的电流源电路作为差动放大电路的公共源极电阻，可以降低电路对共模信号的放大能力，提高该差动放大电路的共模抑制比，电流源电路由稳压管 VD_z 提供稳定的偏置电压。

解：

(1) 静态工作点的计算：

$$I_{E3Q} = \frac{U_Z - U_{BE3}}{R_{EE}} = \frac{6 - 0.6}{5.4} = 1mA$$

$$I_{C3Q} \approx I_{E3Q} = 1mA$$

$$U_{E3Q} = I_{E3Q} R_{EE} - V_{EE} = 1 \times 5.4 - 12 = -6.6V$$

对于 $JFET$ 管，其电压控制特性为：

$$I_{DQ} = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GSQ}}{U_{GS(off)}} \right)^2$$

由差动放大电路特性可知：

$$I_{D1Q} = I_{D2Q} = I_{DQ} = \frac{1}{2} I_{C3Q} = 0.5mA$$

$$U_{GS1Q} = U_{GS2Q} = U_{GS(off)} \left(1 - \sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_{DSS}}} \right) = -2 \times \left(1 - \sqrt{\frac{0.5}{1}} \right) \approx -0.59V$$

$$\because U_{G1Q} = U_{G2Q} = 0V, \therefore U_{S1Q} = U_{S2Q} = 0.59V$$

$$\therefore U_{D1Q} = U_{D2Q} = V_{DD} - I_{DQ} R_D = 12 - 0.5 \times 20 = 2V$$

$$\therefore U_{DS1Q} = U_{DS2Q} = 2 - 0.59 = 1.41V$$

$$\therefore U_{CE3Q} = U_{C3Q} - U_{E3Q} = U_{S1Q} - U_{E3Q} = 0.59 + 6.6 = 7.19V$$

(2) 求差模电压放大倍数，电路为双端输入双端输出对称结构：

$$g_m = -\frac{2}{U_{GS(off)}} \sqrt{I_{DQ} I_{DS}} = \frac{2}{2} \sqrt{0.5 \times 1} \approx 0.71mS$$

$$\dot{A}_{ud} = -g_m \left(R_D // \frac{R_L}{2} \right) = -0.71 \times \frac{20 \times 34}{20 + 34} \approx -8.94$$

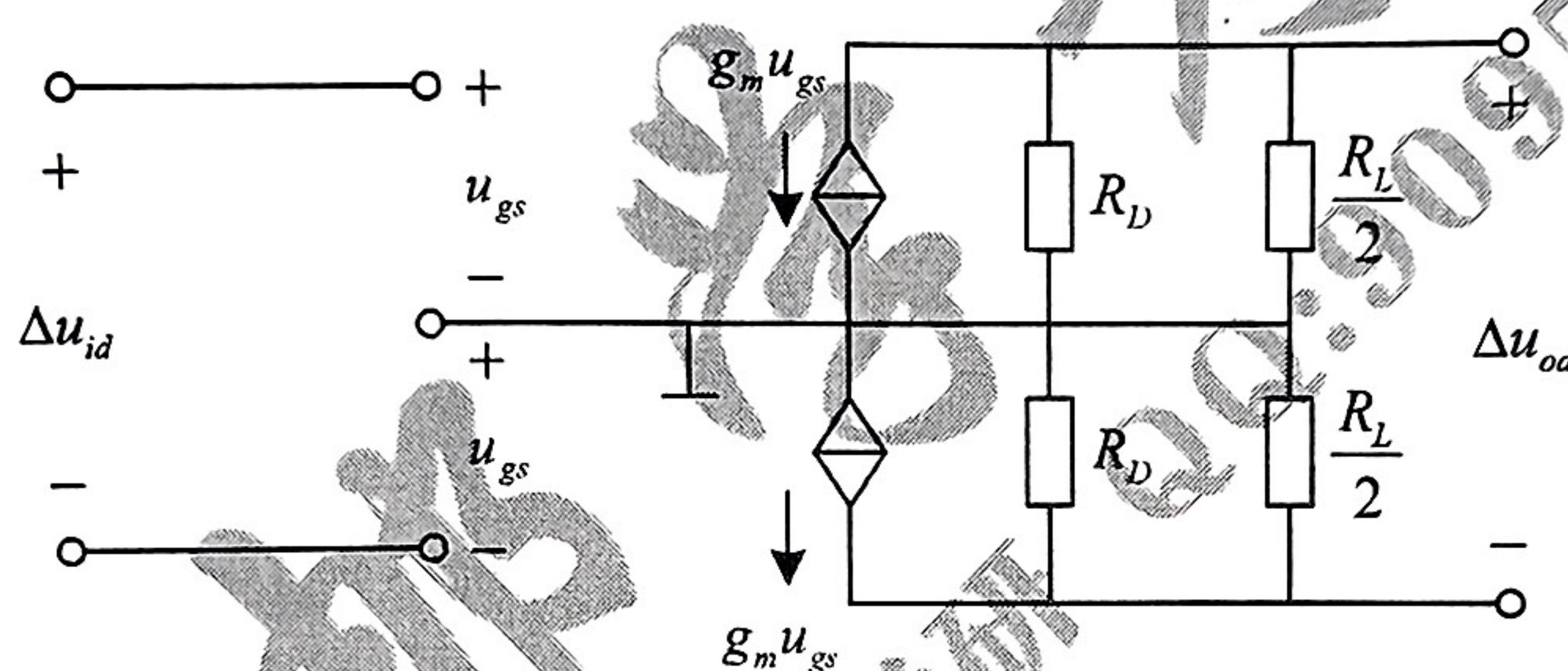
(3) 由于电路完全对称，输出只有差模信号，没有共模输出电压

$$\because u_{i1} = 10mV, u_{i2} = 4mV$$

$$u_{id} = u_{i1} - u_{i2} = 6mV$$

$$u_o = \dot{A}_{ud} u_{id} = -8.94 \times 6 = -53.64mV$$

JFET 差模小信号等效电路如下：



//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 11

解：

(1) 所示电路为两级共射放大电路， \dot{U}_o 与 \dot{U}_i 同相； R_{e1} 和 R_f 组成反馈网络， \dot{U}_o 作用于反馈网络，在 R_{e1} 上获得的电压为反馈电压；因而电路中引入了电压串联负反馈。

(2) 因为 \dot{U}_o 与 \dot{U}_i 同相，所以 \dot{A}_f 和 \dot{A}_{uf} 均为正号。

$$\dot{F}_{uu} = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{R_{e1}}{R_{e1} + R_f}$$

$$\dot{A}_f = \dot{A}_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} \approx \frac{1}{F_{uu}} = 1 + \frac{R_f}{R_{e1}}$$

题 12

分析：本题中，运放 A_1 构成反相比例运用电路， A_2 构成同相比例运用。而 A_3 则构成了一个减法电路，由于可将运放当作理想器件，又在线性场合下使用，所以可使用“虚短”及“虚断”的两个基本概念来对电路进行分析。

解：(1) A_1 是一个反相比例放大电路

$$u_{o1} = -\frac{R_2}{R_1} u_{i1} = -\frac{10}{10} \times u_{i1} = -u_{i1}$$

A_2 是一个相同比例放大电路

$$u_{o2} = \left(1 + \frac{R_5}{R_6}\right) u_{i2} = \left(1 + \frac{10}{20}\right) \times u_{i2} = \frac{3}{2} u_{i2}$$

A_3 是一个减法放大电路

$$u_{3+} = \frac{R_{10}}{R_8 + R_{10}} u_{o2} = \frac{20}{10 + 20} \times u_{o2} = \frac{2}{3} u_{o2} = u_{i2}$$

$$u_{3-} = u_{3+} = u_{i2}$$

$$\frac{u_{o1} - u_{3-}}{R_7} = \frac{u_{3-} - u_o}{R_9}$$

$$\therefore u_o = u_{3-} - \frac{R_9}{R_7} (u_{o1} - u_{3-}) = u_{i2} - \frac{20}{10} (-u_{i1} - u_{i2}) = 2u_{i1} + 3u_{i2}$$

(2) 当 $u_{i1} = 0.3V$, $u_{i2} = 0.1V$ 时

$$u_o = 2u_{i1} + 3u_{i2} = 2 \times 0.3 + 3 \times 0.1 = 0.9(V)$$

题 13

解：首先求出阈值电压 U_{T1} 和 U_{T2}

图所示电路为反相输入的滞回比较器， $u_o = \pm U_z = \pm 6V$ 。令

$$u_p = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_o + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{REF} = u_N = u,$$

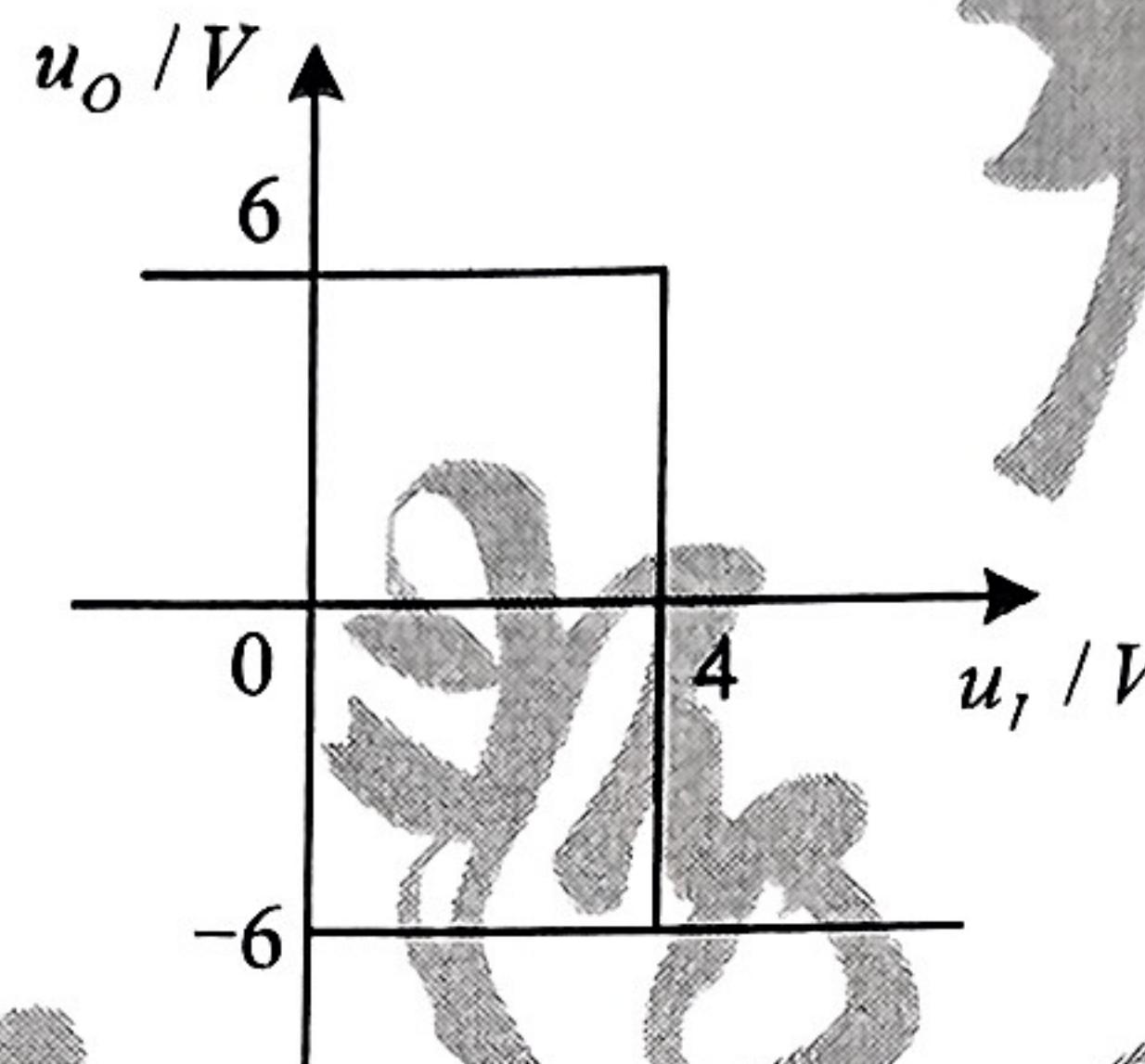
求出阈值电压 $U_{T1} = 0V$, $U_{T2} = 4V$, 其电压传输特性如下图所示。

理想运放工作在非线性区时有两个特点：

(1) 输出电压只有两种可能性，即不是 $+U_{OM}$ 就是 $-U_{OM}$ 。若 $u_p > u_N$ ，则 $u_o = +U_{OM}$ ；若 $u_p < u_N$ ，则 $u_o = -U_{OM}$ 。

(2) 运放的净输入电流为零，即 $i_p = i_N = 0$ 。

传输特性如下：



//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

回差电压=正向阈值电压-反向阈值电压

$$\Delta U = U_{T2} - U_{T1} = 4V.$$

题 14

提示：本题考查是否掌握 OCL 电路指标参数的计算方法、功放管的选择方法、交流负反馈组态的判断方法以及深度负反馈条件下电压放大倍数的计算方法等。虽然本题所涉及的知识范围比较广，具有一定的综合性和难度，但仍属基本题。

解：

- (1) 消除交越失真。
- (2) 最大输出功率和效率分别为

$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - |U_{CES}|)^2}{2R_L} = \left[\frac{(18 - 2)^2}{2 \times 4} \right] W = 32W$$

$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{cc} - |U_{ces}|}{V_{cc}} = \frac{\pi}{4} \times \frac{18-2}{18} \approx 69.8\%$$

(3) 根据 OCL 电路中功放管的极限参数应满足

$$\begin{cases} I_{CM} > \frac{V_{cc} - |U_{ces}|}{R_L} \\ U_{(BR)CEO} > 2V_{cc} - |U_{ces}| \\ P_{CM} > 0.2 \times \frac{V_{cc}^2}{2R_L} \end{cases}$$

可得：

$$\begin{cases} I_{CM} > \left(\frac{18-2}{4}\right)A = 4A \\ U_{(BR)CEO} > (2 \times 18 - 2)V = 34V \\ P_{CM} > \left(0.2 \times \frac{18^2}{2 \times 4}\right)W = 8.1W \end{cases}$$

I_{CM} 和 $U_{(BR)CEO}$ 也可取：

$$\begin{cases} I_{CM} > \frac{V_{cc}}{R_L} = \left(\frac{18}{4}\right)A = 4.5A \\ U_{(BR)CEO} > 2V_{cc} = (2 \times 18)V = 36V \end{cases}$$

(4) 电路引入了电压串联负反馈，是同相比例运算电路的形式，电压放大倍数：

$$A_v = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = 1 + \frac{R_4}{R_1}$$

最大输入电压的有效值为 $1V$ ，峰值为 $\sqrt{2}V$ ，为使最大不失真输出电压的峰值达到：

$$V_{cc} - |U_{ces}| = (18 - 2)V = 16V$$

$$A_v = \frac{\dot{U}_{o\max}}{\sqrt{2}\dot{U}_i} = \frac{16}{\sqrt{2}} \approx 11.3$$

即：

$$A_v = 1 + \frac{R_4}{R_1} = 11.3$$

将 $R_1 = 2k\Omega$ 代入上式，得 R_4 至少应取 $20.6k\Omega$ 。

邮学考研-模电原创模拟卷四：解析

题 1

PN 结外加反向电压，外电场使空间电荷区变宽，加强了内电场，阻止扩散运动进行，而加剧漂移运动进行，故扩散电流（小于）漂移电流。

题 2

晶体管工作在放大区时，发射结为正偏，集电结为反偏。

题 3

场效应管是电压控制元件，而双极型三极管是电流控制元件。

题 4

分析：

C_e 如果失效，将无法把 R_e 短路。

C_e 正常工作时，输入电阻为：

$$R_i = R_{b1} \parallel R_{b2} \parallel r_{be}$$

C_e 失效时，输入电阻为：

$$R_i = R_{b1} \parallel R_{b2} \parallel [r_{be} + (1 + \beta)R_e]$$

输入电阻提高，放大倍数降低。

解答：B

题 5

分析：本题主要考查集成运算放大器的特点。

解答：集成运算放大器的输入端是高性能的差分放大电路。一般要求其输入电阻高、差模放大倍数大，抑制共模信号的能力强。集成运算放大器的输出级一般采用互补对成输出电路，具有输出电压线性范围宽、输出电阻小、带负载能力强、非线性失真小的特点。由于在硅片上不能制作大电容，所以集成运算放大电路均采用直接耦合的方式。

因此，应填：低、直接。

答案：A；C//南邮电院&集成院考研咨询 QQ：909588605//

题 6

解答：差模输入电压为：

$$V_{id} = 40mV - 30mV = 10mV$$

共模输入电压为：

$$V_{ic} = \frac{(40mV + 30mV)}{2} = 35mV$$

输出电压为：

$$V_o = A_{vd} \cdot V_{id} + A_{vc} \cdot V_{ic} = 100 \times 10 - 1 \times 35 = 965mV$$

题 7

解答：

$$(1) 20\lg|A_{um}| = 60dB, \quad A_{um} = 1000$$

$$(2) f_L = 10Hz, \quad f_H \approx 10kHz$$

$$(3) A_u = \frac{100jf}{\left(1 + j\frac{f}{f_L}\right)\left(1 + j\frac{f}{f_{H1}}\right)\left(1 + j\frac{f}{f_{H2}}\right)} = \frac{100jf}{\left(1 + j\frac{f}{10}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^4}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^5}\right)}$$

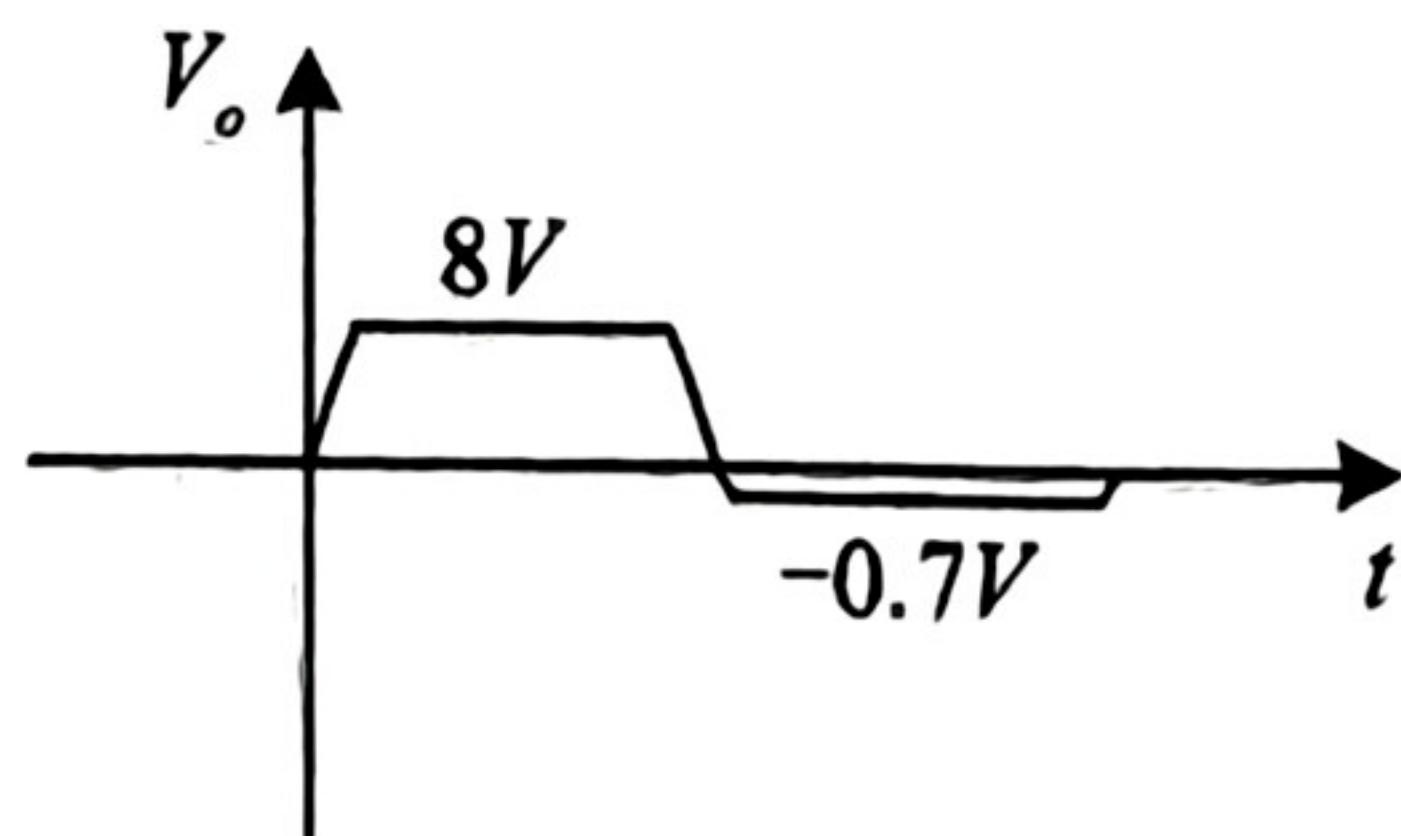
题 8

分析：本题考查稳压管的性质。

解答：当输入电压正向电压： $V_i > V_z = 8V$ 时，稳压管被反向击穿，处于恒压状态，此时输出电压被钳定在 $8V$ ；当输入电压： $V_i < -V_D$ (V_D 为二极管正向导通电压)，二极管正向导通，输出电压被钳定在 $-V_D$ 。

当 $-V_D \leq V_i \leq V_z$ 时，稳压管开路，输出电压等于输入电压 V_i 。

因此绘出输出波形图如图所示。



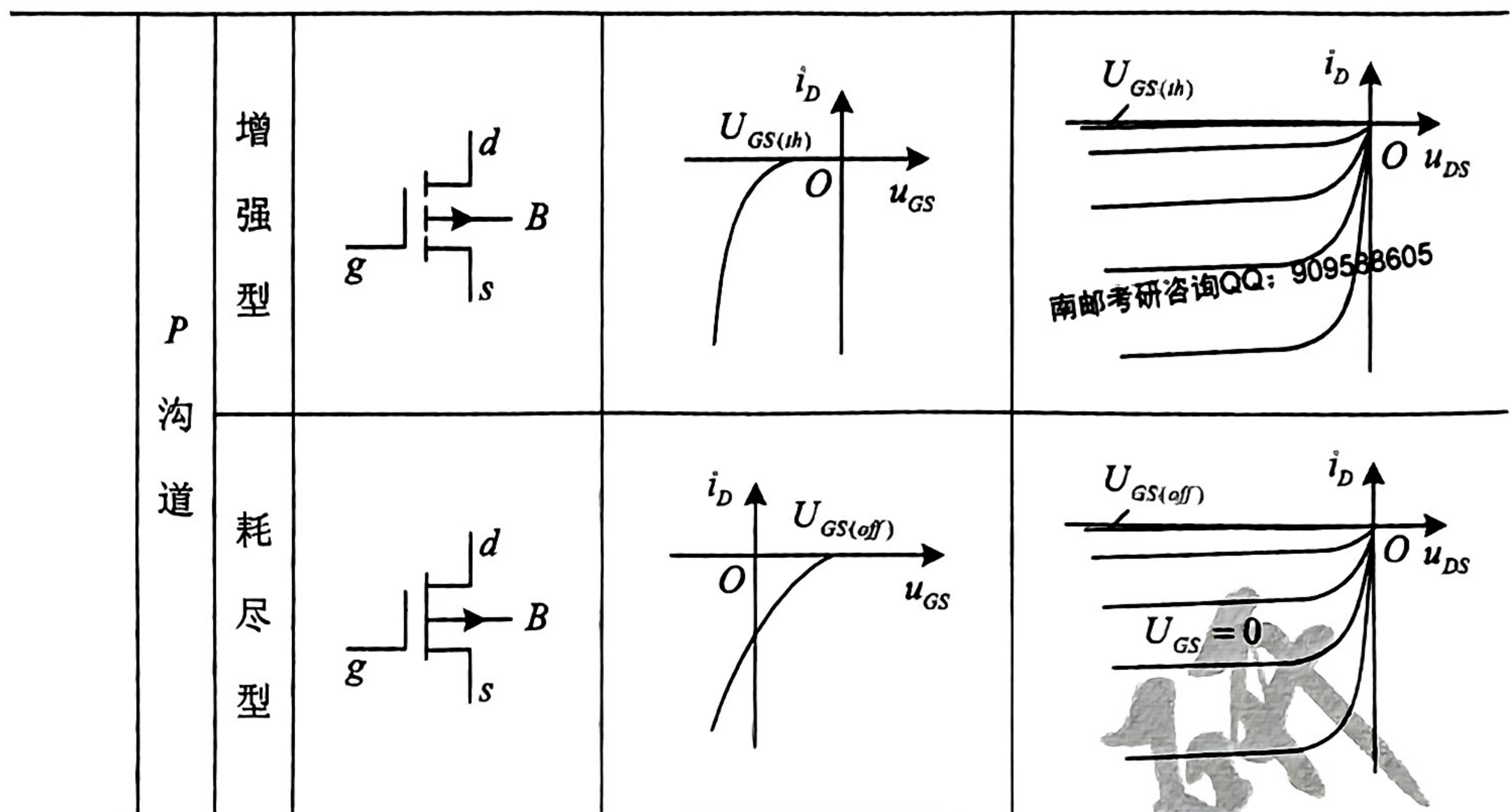
题 9

答案：B D

解析：

各种场效应管的转移特性和输出特性曲线

分类	符号	转移特性曲线	输出特性曲线
N 结型 场效 应管			
P 结型 场效 应管			
N 绝缘 栅型 场效 应管			
P 耗尽 型 场效 应管			



//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 10

1、

解：

(1) 此时二极管处于截止状态，不可以正常工作。可能是 V_B 过小，导致发射结和集电结都反偏，可以将滑动变阻器向上滑，增加 R_{bl} 接入电路的阻值。

(2) 此时二极管的两个PN结都处于正偏状态，不可以正常工作。可能是 V_B 过大，导致发射结和集电结都正偏，可以将滑动变阻器向下滑，减小 R_{bl} 接入电路的阻值。

(3) 此时二极管 $V_{BE} = 0.7V$ ，大于死区电压，可以正常工作。

2、

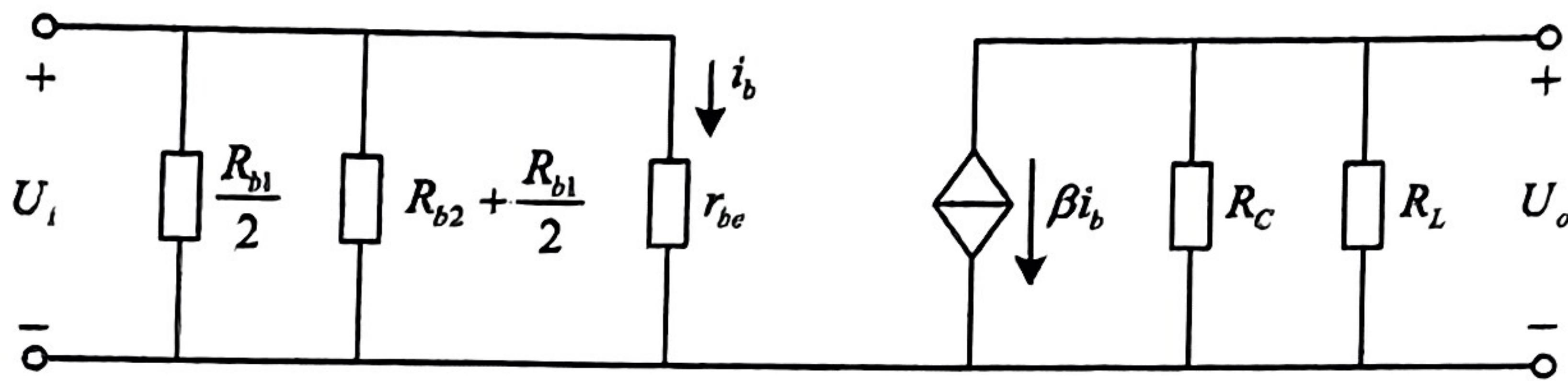
解：

$$(1) V_{BQ} = 12 \times \frac{5}{5+25} = 2V$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{BQ} - V_{BEQ}}{R_e} = \frac{2 - 0.7}{1 \times 10^3} = 1.3mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot (R_e + R_c) = 12 - 1.3 \times 10^{-3} \times (2 + 1) \times 10^3 = 8.1V$$

(2) 交流：



$$r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26mV}{\tau_{EQ}} = 300 + (1+50) \cdot \frac{26 \times 10^{-3}}{1.3 \times 10^{-3}} \approx 1320\Omega \approx 1.3k\Omega$$

$$A_v = \frac{-\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = -\frac{50 \times 10^3}{1320} \approx -37.9$$

$$(3) R_i = \frac{R_{b1}}{2} // \left(\frac{R_{b1}}{2} + R_{b2} \right) // r_{be} = 5 // 25 // 1.3 \approx 1k\Omega$$

$$R_o = R_C = 2k\Omega$$

(4) 存在。

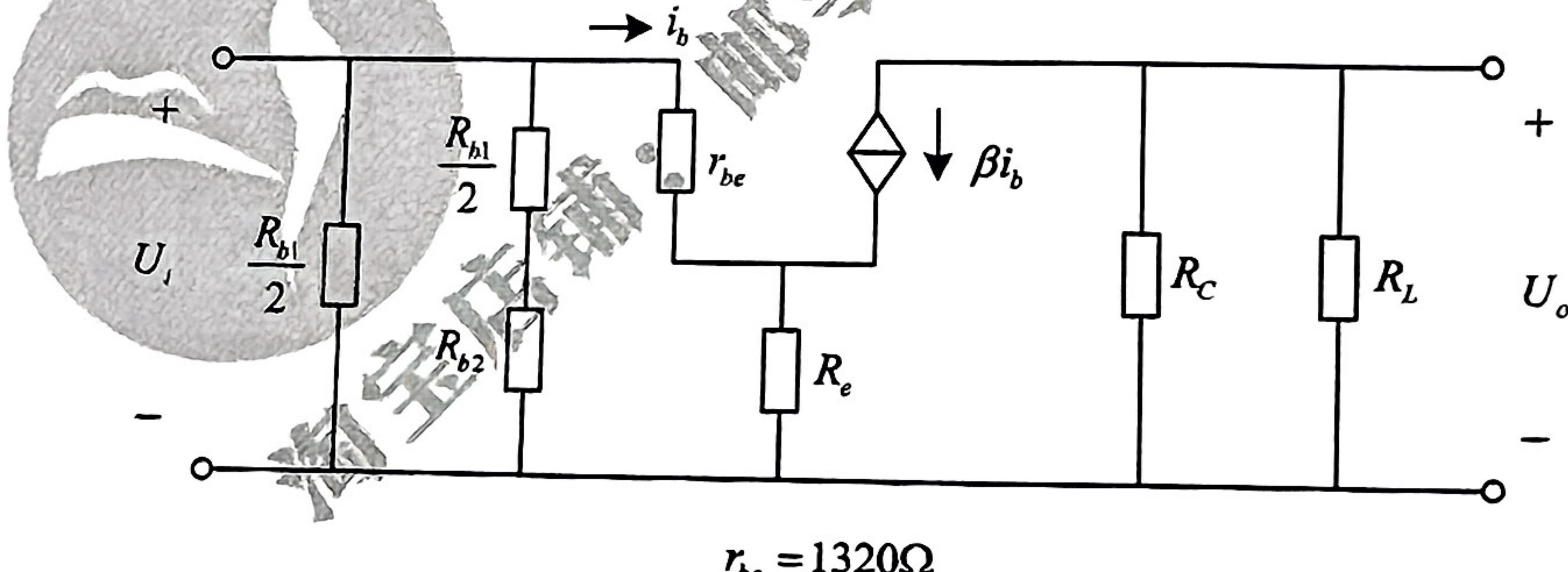
直流负反馈： R_E —— 稳定静态工作点。

3、

解：

$$(1) V_{BQ} = 2V, I_{CQ} = 1.3mA, V_{CEQ} = 8.1V$$

(2) 交流：



$$r_{be} = 1320\Omega$$

$$A_v = \frac{-\beta(R_C // R_L)}{r_{be} + (1+\beta)R_e} = -\frac{50 \times 10^3}{1320 + 51 \times 10^3} \approx -0.96$$

$$(3) R_i = \frac{R_{b1}}{2} // \left(R_{b2} + \frac{R_{b1}}{2} \right) // [r_{be} + (1+\beta)R_e] = 5 // 25 // 52.3 \approx 3.9k\Omega$$

$$R_o = R_C = 2k\Omega$$

(4) 存在。

直流负反馈： R_E —— 稳定静态工作点

交流：电流串联负反馈 R_E —— 增大输入电阻，增大输出电阻，提高输出电流稳定性。

题 11

解：

(1) 各晶体管的静态工作点

$$I_{C3Q} = I_{E3Q} = \frac{U_Z - U_{BE3Q}}{R_E} = \frac{9 - 0.6}{33 \times 10^3} = 0.25mA$$

$$I_{C1Q} = I_{C2Q} = \frac{1}{2} I_{C3Q} = \frac{1}{2} \times 0.25 = 0.125mA$$

$$U_{C1Q} = U_{C2Q} = V_{CC} - I_{C1Q} \times R_{C1} = 12 - 0.125 \times 56 = 5V$$

$$U_{E1Q} = U_{E2Q} = -0.6V$$

$$\therefore U_{CE1Q} = U_{CE2Q} = U_{C1} - U_{E1Q} = 5.6V$$

$$\because U_{C3Q} = U_{E1Q} + I_{C1Q} \times \frac{1}{2} R_W = -0.6 - 0.125 \times 0.5 \times 0.2 \approx -0.61V$$

$$U_{E3Q} = -U_{BE3} + U_{DZ} - V_{EE} = -0.6 + 9 - 12 = -3.6V$$

$$\therefore U_{CE3Q} = U_{C3Q} - U_{E3Q} = -0.61 + 3.6 = 3V$$

(2) 差模电压放大倍数 A_{vd} 和差模输入电阻 R_{id} (不计 R_i 的影响)。

因为电路对称，双端输入双端输出：

$$r_{be1} = r_{bb} + (1 + \beta) \times \frac{26}{I_{E1Q}} = 200 + (1 + 50) \times \frac{26}{0.125} = 10808\Omega = 10.8k\Omega$$

$$R_{id} = 2 \left[R_B + r_{be1} + (1 + \beta) \frac{R_W}{2} \right] = 2 \times \left[5 + 10.8 + (1 + 50) \times \frac{0.2}{2} \right] = 41.8k\Omega$$

$$A_{vd} = \frac{u_o}{u_i} = \frac{-\beta R_C}{R_B + r_{be1} + (1 + \beta) \frac{R_W}{2}} = \frac{-50 \times 56}{5 + 10.8 + (1 + 50) \times 0.1} = -134$$

//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//

题 12

解：

(1) 设输入电压方向为上“+”下“-”，各相关点的电位和反馈电流的流向如图中所标注，说明电路引入了负反馈，且 R_f 和 R_{e2} 构成反馈网络。输入量、反馈量和净输入量以电流的方式相叠加，且当负载电阻短路时反馈电流依然存在，因而电路引入了电流并联负反馈。

(2) 由于 \dot{U}_o 与 \dot{U}_i 同相， \dot{F} 、 \dot{A}_f 和 \dot{A}_{if} 均为正号。输出电流 \dot{I}_o (即 \dot{I}_c 或 \dot{I}_e) 作用于反馈网络所得反馈电流为

$$\dot{I}_o \cdot R_{e2} // R_f = \dot{I}_f \cdot R_f \Rightarrow \dot{I}_f = \frac{R_{e2}}{R_{e2} + R_f} \cdot \dot{I}_o$$

因此反馈系数为

$$\dot{F}_n = \frac{\dot{I}_f}{\dot{I}_o} = \frac{R_{e2}}{R_{e2} + R_f}$$

放大倍数为

$$\dot{A}_{if} = \frac{\dot{I}_o}{\dot{I}_i} \approx \frac{1}{\dot{F}_n} = 1 + \frac{R_f}{R_{e2}} = 10$$

将 $R_{e2} = 1k\Omega$ 代入，得 $R_f = 9k\Omega$ 。

电压放大倍数为：

$$\dot{A}_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} \approx \frac{1}{\dot{F}_n} \cdot \frac{R'_L}{R_s} = \left(1 + \frac{R_f}{R_{e2}}\right) \cdot \frac{R_{e2} // R_L}{R_s} = 10 \times \frac{10 + 10}{1} = 50$$

题 13

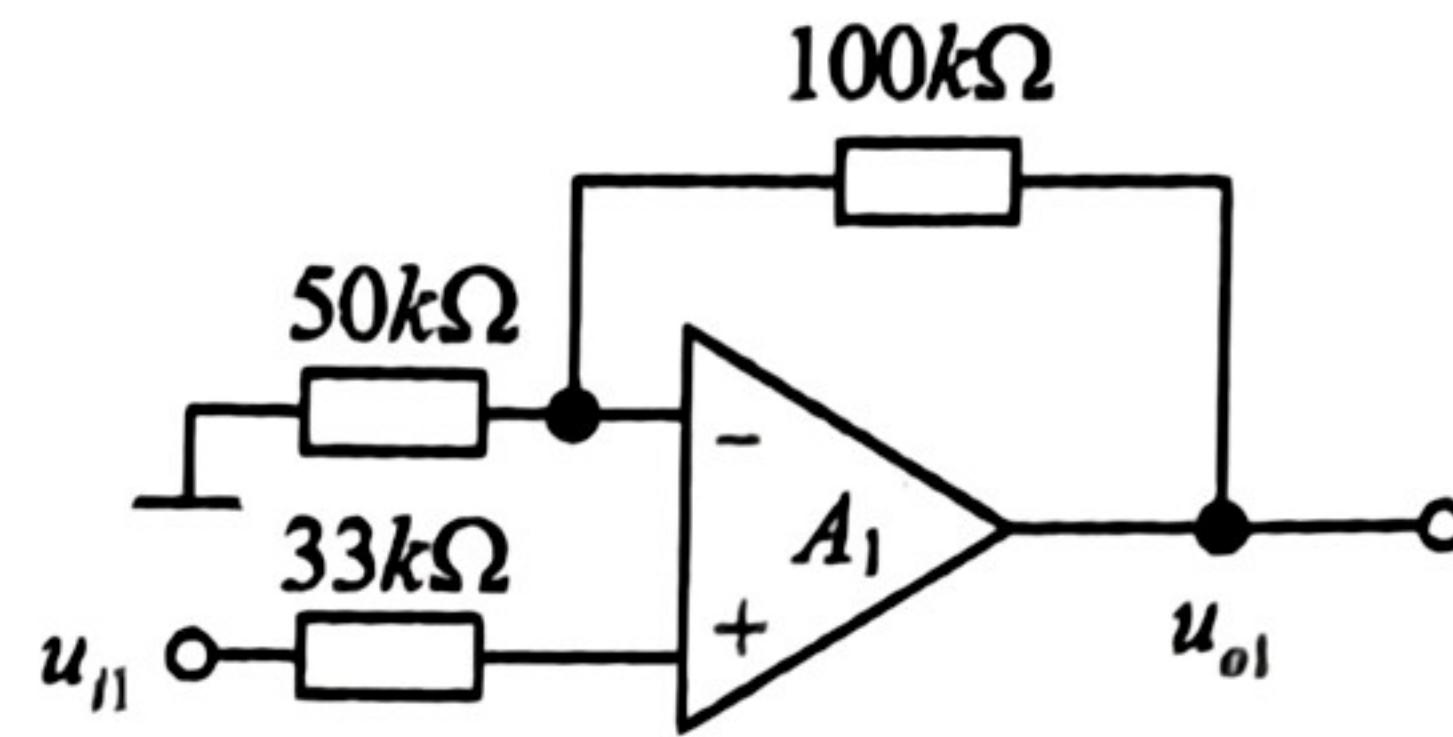
解：

(1) 本题中， A_1 组成同相比例电路， A_2 组成反相加法电路， A_3 组成差分减法电路， A_4 组成积分电路。

(2) 利用运放工作在线性区满足“虚短”和“虚断”，从而进行电路分析。

A_1 组成同相比例电路，可写出 u_{o1} 与 u_{i1} 的关系：

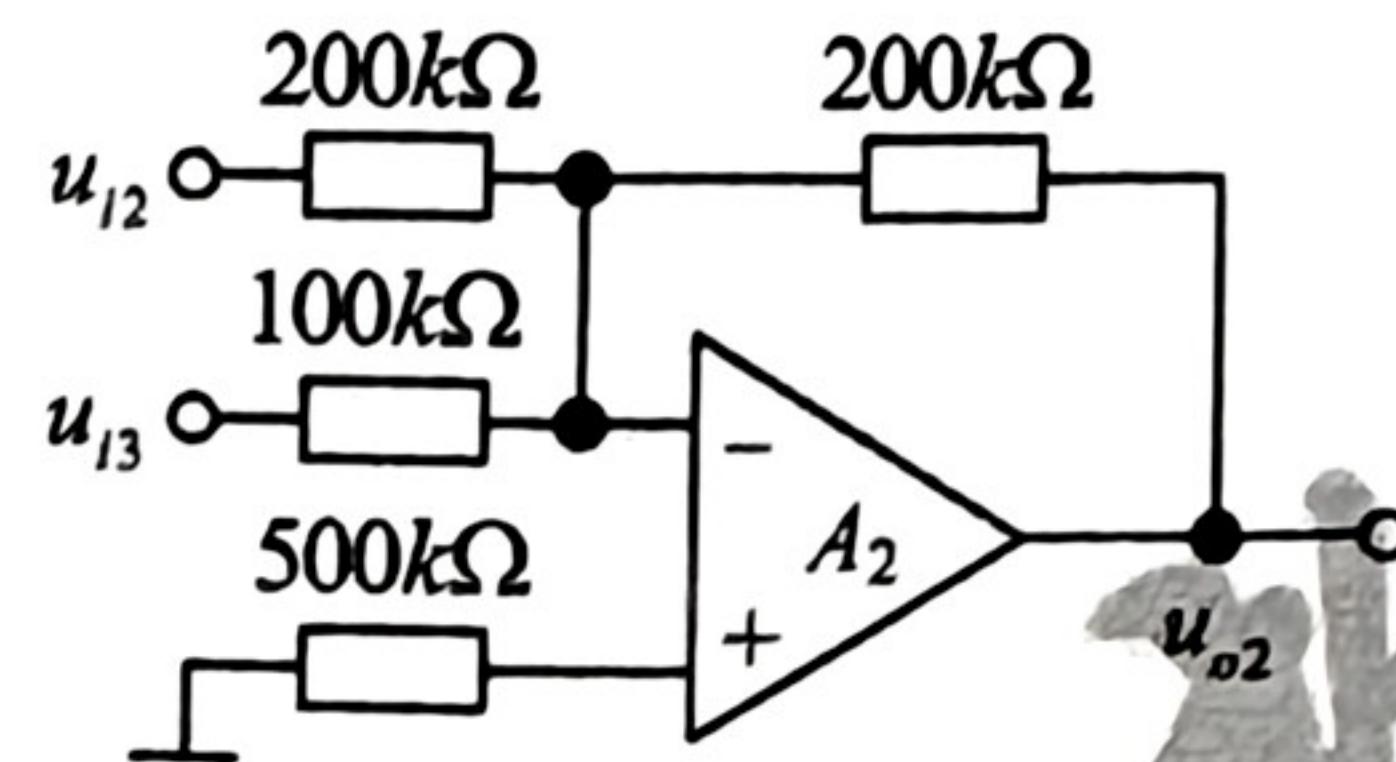
$$u_{o1} = \left(1 + \frac{100}{50}\right) u_{i1} = 3u_{i1}$$



题解图 (a)

A_2 组成反相加法电路，可写出 u_{o2} 与 u_{i2} 、 u_{i3} 的关系：

$$u_{o2} = -\left(\frac{200}{200}u_{i2} + \frac{200}{100}u_{i3}\right) = -u_{i2} - 2u_{i3}$$



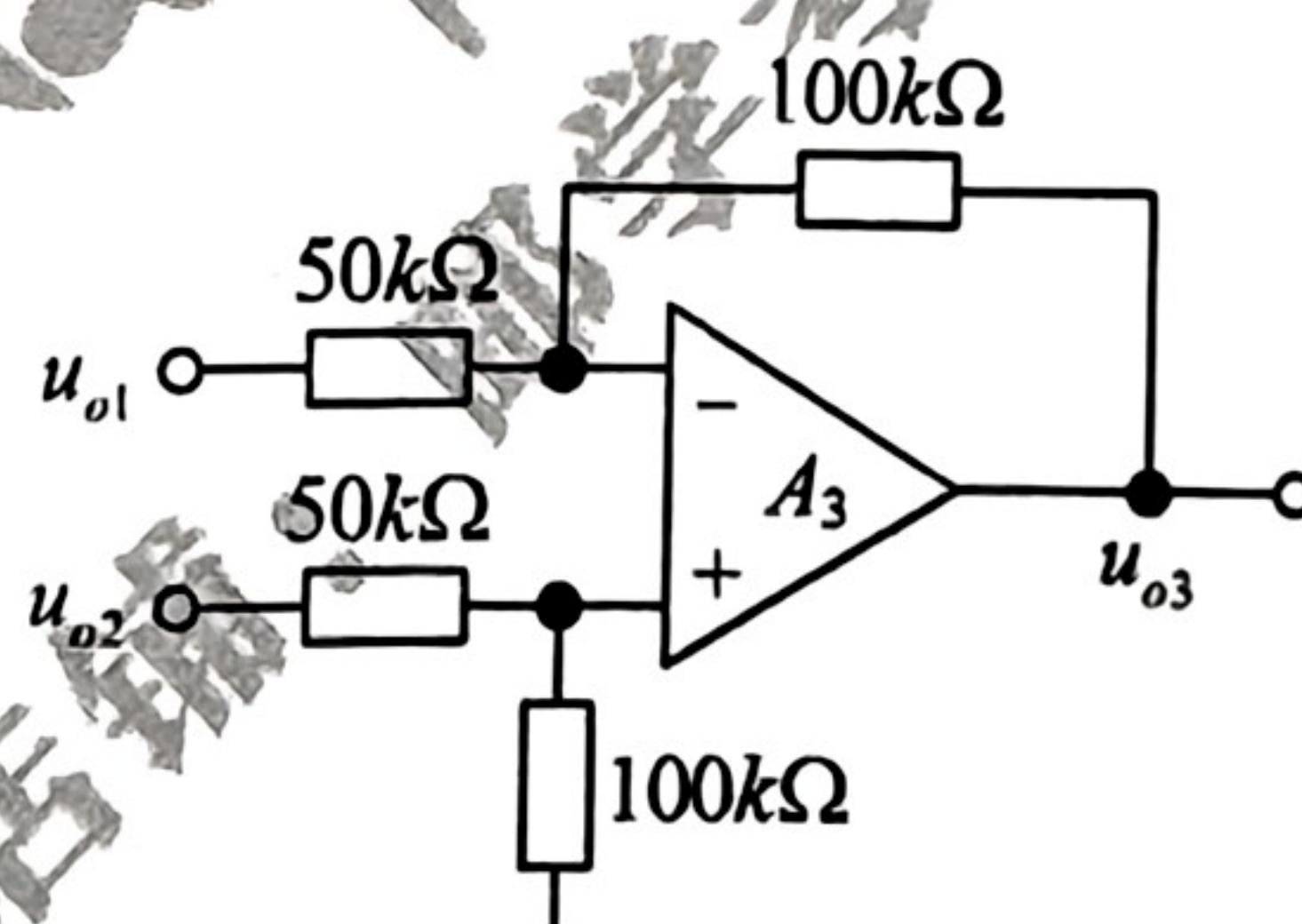
题解图 (b)

A_3 组成差动减法电路，

$$\begin{aligned} u_{o3} &= -\frac{100}{50}u_{o1} + \left(1 + \frac{100}{50}\right) \times \frac{100}{50+100} \times u_{o2} \\ &= -2u_{o1} + 2u_{o2} \end{aligned}$$

将上述求出的 u_{o1} 和 u_{o2} 代入，得：

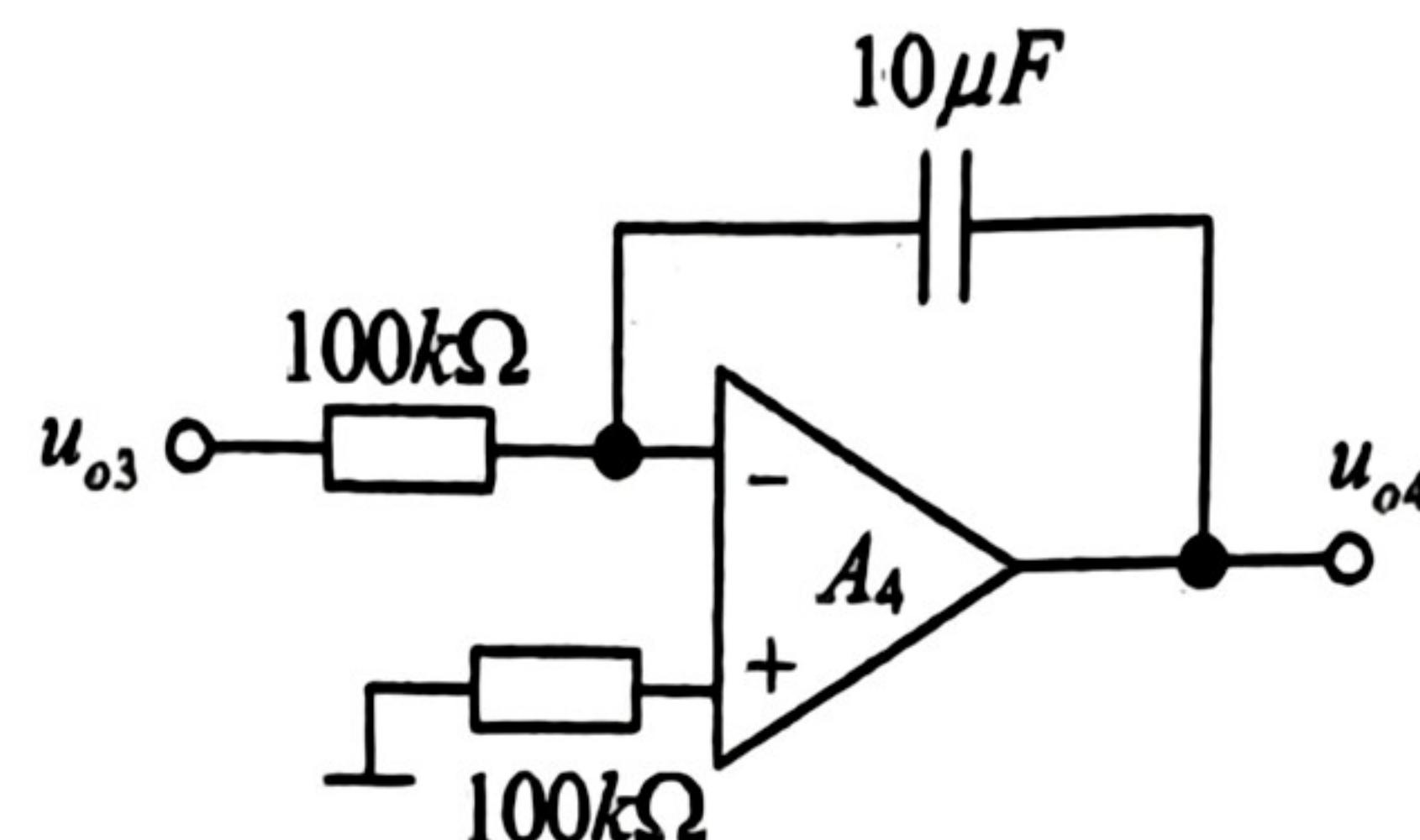
$$u_{o3} = 2(-u_{i2} - 2u_{i3}) - 2 \times 3u_{i1} = -6u_{i1} - 2u_{i2} - 4u_{i3}$$



题解图 (c)

A_4 是积分电路，

$$\begin{aligned} u_{o4} &= -\frac{1}{100 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}} \int u_{o3} dt \\ &= -\int (-6u_{i1} - 2u_{i2} - 4u_{i3}) dt \\ &= 6 \int u_{i1} dt + 2 \int u_{i2} dt + 4 \int u_{i3} dt \end{aligned}$$



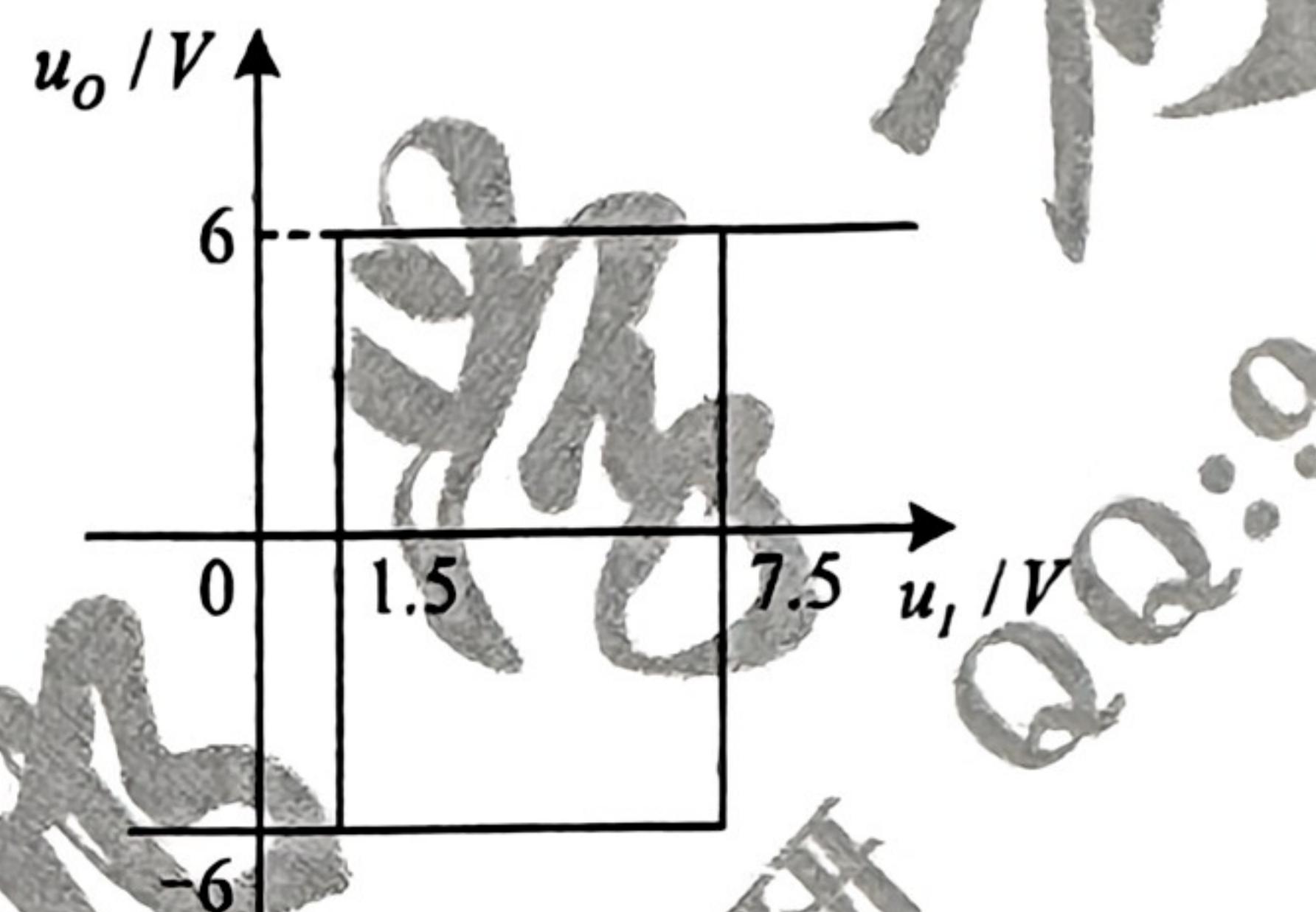
题解图 (d)

题 14

所示电路为同相输入的滞回比较器， $u_o = \pm U_z = \pm 6V$ 。令

$$u_p = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot u_i + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_o = u_N = 3V$$

得出阈值电压 $U_{T1} = 1.5V$, $U_{T2} = 7.5V$, 其电压传输特性如图所示。



理想运放工作在非线性区时有两个特点：

- (1) 输出电压只有两种可能性，即不是 $+U_{OM}$ 就是 $-U_{OM}$ 。若 $u_p > u_N$ ，则 $u_o = +U_{OM}$ ；若 $u_p < u_N$ ，则 $u_o = -U_{OM}$ 。//南邮电院&集成院考研咨询 QQ: 909588605//
- (2) 运放的净输入电流为零，即 $i_p = i_N = 0$ 。

传输特性如下：

回差电压=正向阈值电压-反向阈值电压：

$$\Delta U = U_{T2} - U_{T1} = 7.5 - 1.5 = 6V$$

题 15

解：

(1) 是 U_{BE} 倍增电路，为了消除交越失真。

(2) 最大输出功率和效率分别为：

$$P_{om} = \frac{(V_{cc} - |U_{ces}|)^2}{2R_L} = \frac{(18 - 2)^2}{2 \times 8} W = 16W$$

$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{cc} - |U_{ces}|}{V_{cc}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{18 - 2}{18} \times 100\% \approx 69.8\%$$

(3) 电压放大倍数为：

$$\dot{A}_v = \frac{U_{o_{max}}}{\sqrt{2}U_i} = \frac{16}{\sqrt{2} \times 1} \approx 11.3$$

$$\dot{A}_v = 1 + \frac{R_o}{R_i} \approx 11.3$$

$R_i = 1k\Omega$ ，故 R_o 至少应取 $10.3k\Omega$ 。



淘宝店铺：邮学考研

邮学
考研
QQ:909588605