

《模拟电子技术基础》模拟卷（一）参考答案

一、填空题

- 1、深度反馈；同相输入点接地
- 2、稳定直流工作点；抑制零点漂移
- 3、小
- 4、截止
- 5、 180° ； 90° ；大于 90° ；小于 180°
- 6、效率低；甲乙类
- 7、0；500；100
- 8、低
- 9、晶体管结电容
- 10、共集；共集；共射；共集；共基
- 11、自由电子；空穴
- 12、绝缘栅型；电压
- 13、共射
- 14、输入
- 15、负反馈

二、分析判断题

1、解：稳压管的最大稳定电流： $I_{ZM} = P_{ZM} / U_Z = 25\text{mA}$

电阻 R 的电流为 $I_{ZM} \sim I_{Z\text{min}}$ ，所以其取值范围为 $R = \frac{U_1 - U_Z}{I_Z} = 0.36 \sim 1.8\text{k}\Omega$

2、图（a）没有放大作用。 V_{BB} 对信号有短接作用； U_{BE} 过大， J_E 可能烧毁。在 V_{BB} 中串接电阻 R_B 。

图（b）没有放大作用。放大元件 T 没有合适的偏置状态。 R_B 接点移至到 C_1 后。

三、计算题

1、解

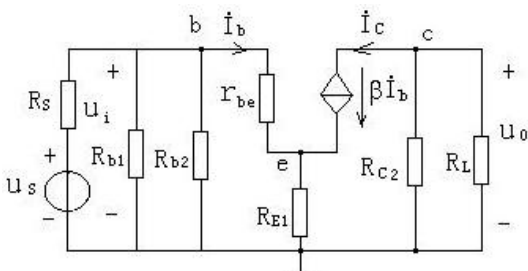
$$(1) V_B = \frac{V_{CC} \times R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} = \frac{24 \times 11}{11 + 16} = 9.78\text{V}$$

$$I_E = \frac{V_B - u_{BE}}{R_{E1} + R_{E2}} = \frac{9.78 - 0.7}{0.2 + 2.2} = 3.78\text{mA} \approx I_C$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{3.78}{80} = 0.047\text{mA} = 47\mu\text{A}$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C(R_{C1} + R_{C2} + R_{E1} + R_{E2}) = 24 - 3.78 \times (0.5 + 2.2 + 2.4) = 4.7\text{V}$$

(2)



$$(3) A_u = -\frac{\beta R_{C2} / R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}} = \frac{-18 \times 1.1}{0.857 + 81 \times 0.2} = -5.2$$



$$r_{be} = 300 + 81 \frac{26}{3.78} = 0.857 \text{k}\Omega$$

$$(4) R_i = R_{b1} / R_{b2} / (1 + \beta) R_{E1} = 4.65 \text{k}\Omega$$

2、解：

$$(1) U_{GS} = V_G - I_D R_S$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{V_P}\right)$$

$$V_G = \frac{V_{DD} R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = \frac{40}{160 + 40} \times 16 = 3.2 \text{V}$$

$$U_{GS} = 3.2 - I_D \times 8$$

$$I_D = 1 \times \left(1 - \frac{U_{GS}}{-4}\right)^2$$

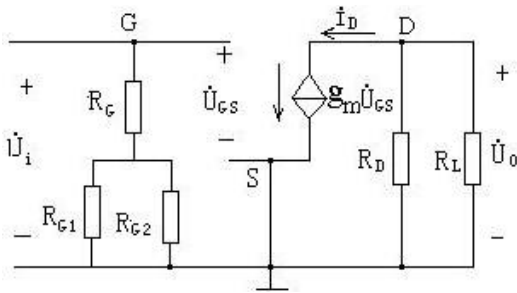
$$I_{D1} = 1.52 \text{mA}, I_{D2} = 0.535 \text{mA}, I_{D1} > I_{DSS} \text{ 不合题舍去}$$

$$I_{DQ} = I_{D2} = 0.535 \text{mA}$$

$$U_{GSQ} = 3.2 - 0.535 \times 8 = -1.08 \text{V}$$

$$U_{DSQ} = V_{CC} - I_{DQ} (R_D + R_S) = 16 - 0.535(10 + 8) = 6.37 \text{V}$$

(2) 微变等效电路



(3) 电压放大倍数

$$g_m = \frac{dI_D}{dU_{GS}} = \frac{-2I_{DSS}}{V_P} \left(1 - \frac{U_{GS}}{V_P}\right) = \frac{-2}{-4} \times \left(1 - \frac{-1.08}{-4}\right) = 0.365 \text{mA/V}$$

$$A_U = \frac{U_o}{U_i} = -g_m (R_D // R_L) = -0.365 \times \frac{10 \times 1000}{10 + 1000} = -3.65$$

$$(4) R_i = R_G + R_{G1} / R_{G2} = 1000 + \frac{160 \times 40}{160 + 40} = 1032 \text{k}\Omega$$

$$R_o = R_D = 10 \text{k}\Omega$$

3、解：

(1) 如图所示的瞬时极性表示。该反馈电路是电流串联负反馈。

(2) 串联电流负反馈使输入电阻增大，输出电阻减小。

$$I_{E3} = \frac{U_f}{R_{E1}} + \frac{U_f}{R_{E1}} \cdot \frac{R_{E1} + R_F}{R_{E3}} = U_f \frac{R_{E1} + R_{E3} + R_F}{R_{E1} R_{E3}}$$

$$(3) U_f = I_{E3} \frac{R_{E1} \cdot R_{E3}}{R_{E1} + R_{E3} + R_F}$$

$$U_o = -I_{C3} R_{D3} // \approx -I_{E3} (R_{C3} //)$$

$$A_{uf} = \frac{U_o}{U_i} \approx \frac{U_o}{U_f} = -\frac{R_{C3} // R_L}{R_{E1} R_{E3}} (R_{E1} + R_{E3} + R_F)$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（二）参考答案

一、填空题

- 1、等于；大于；变薄；小于；变厚
- 2、正偏；正偏；正偏；反偏扩散电流；漂移电流
- 3、电压；结型；绝缘栅型
- 4、增强型；耗尽型；耗尽型有原始沟道而增强型没有原始沟道
- 5、交流串联负；交流并联负；交流电流负
- 6、2000；0.95%
- 7、放大电路；选频网络；正反馈网络；稳幅环节
- 8、正；负；大于
- 9、单向导电性
- 10、100
- 11、 180° ；78.5%； $2V_{CC}$
- 12、放大；抑制
- 13、整流；滤波；稳压
- 14、NPN；PNP；硅；锗；50；20
- 15、阴（负）；阳（正）

二、分析判断题

- 1、饱和，放大，截止

解：

(1) 利用估算法求 Q

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_B} \approx \frac{V_{CC}}{R_B} = \frac{15}{750} \text{mA} = 0.02 \text{mA} = 20 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 80 \times 0.02 \text{mA} = 1.6 \text{mA}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_C = 15 - 1.6 \times 5.1 = 6.84 \text{V}$$

(2) 求 A_u

$$I_{EQ} \approx I_{CQ} = 1.6 \text{mA} \text{ 先求 } r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_E(\text{mA})} = 100(\Omega) + (1 + 80) \frac{26(\text{mV})}{1.6(\text{mA})} \approx 1420 \Omega = 1.42 \text{k}\Omega$$

$$R_L \text{ 断开时 } A_u = -\beta \frac{R_L}{r_{be}} = -80 \times \frac{5.1}{1.42} \approx -287$$

$$R_L \text{ 接入时 } A_u = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}} = -80 \times \frac{5.1}{1.42} \approx -144$$

三、计算题

1、解：

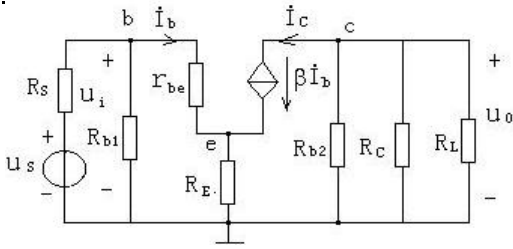
$$(1) U_{CC} = I_B [R_{b1} + R_{b2} + \beta(R_C + R_E)] + U_{BE}$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b1} + R_{b2} + \beta(R_C + R_E)} = \frac{30 - 0.7}{150 + 150 + 70 \times (10 + 0.15)} = 0.029 \text{mA}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 70 \times 0.029 = 2 \text{mA}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) = 30 - 2 \times (10 + 0.15) = 9.7 \text{V}$$

(2) 微变等效电路



$$(3) r_{be} = 300 + (\beta + 1) \frac{26}{I_E} = 300 + 71 \times \frac{26}{2} = 1.22 \text{ k}\Omega$$

$$A_U = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_C (R_{b2} / R_C / R_L)}{\dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) R_E} = \frac{-\beta (R_{b1} / 5k)}{1.22} = -28.5$$

$$(4) R_i = R_{b1} / [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 150 / (1.22 + 10.65) = 11 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_{b2} / R_C = \frac{150 \times 10}{150 + 10} = 9.4 \text{ k}\Omega$$

2、解：

$$(1) \text{ 由 } P_{om} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} \text{ 得 } V_{CC} = \sqrt{2R_L P_{om}} \approx 17.89 \text{ V}$$

$$(2) \text{ 取 } V_{CC} = 18 \text{ V}, \text{ 由 } V_{om} \approx V_{CC} = 18 \text{ V} \text{ 得输出电流幅值 } I_{cm} = \frac{V_{om}}{R_L} \approx \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{18}{16} = 1.125 \text{ A}$$

$$\text{故 } I_{CM} \geq I_{cm} = 1.125 \text{ A}$$

$$V_{(BR)CEO} \geq 2V_{CC} = 36 \text{ V}$$

$$P_{CM} \geq 0.2P_{omax} = 2 \text{ W}$$

$$(3) \text{ 当输出功率最大时, 电源供给的功率为 } P_V = \frac{2V_{CC}}{\pi R_L} \approx 12.89 \text{ W}$$

$$(4) \text{ 根据射极输出器的跟随特性, 求得输出功率最大时 } V_i \approx V_o = \frac{V_{CC}}{\sqrt{2}} = 12.7 \text{ V}$$

3、解 为了方便起见, 假定调零电位器 R_p 的动端在中点位置, 则

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{1}{2} I_E = \frac{V_{EE} - U_{BE}}{R_e + R_p} \times \frac{1}{2} = \frac{15 - 0.7}{10 + 100} \times \frac{1}{2} = 0.71 \text{ mA}$$

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 300 + 151 \cdot \frac{26}{0.71} = 5.83 \text{ k}\Omega$$

由于电路完全对称, 公开根据半边等效电路可求得差模输入电阻

$$R_{id} = 2[R_S + r_{be} + (1 + \beta)R'_p] = 2 \times (1 + 5.83 + 151 \times \frac{0.2}{2}) = 48.86 \text{ k}\Omega$$

$$\text{双端输出时的差模输出电阻: } R_o = 2R_C = 2 \times 10 = 20 \text{ k}\Omega$$

双端输出时的差模电压增益:

$$A_{id} = \frac{U_{od}}{U_{id}} = \frac{U_{o1} - U_{o2}}{U_i} = \frac{2U_{o1}}{2U_{id1}} = \frac{-\beta(R_C / R'_L)}{R_S + r_{be} + (1 + \beta)R'_p} = \frac{-150(10/50)}{1 + 5.83 + 151 \times 0.1} \approx -57$$

当负载 R_L 接在 T_2 的集电极 C_2 和地之间为单端输出, 其输出电阻 $R_o = R_C = 10 \text{ k}\Omega$

$$\text{单端输出差模电压增益 } A_{id} = \frac{-\beta(R_C / R_L)}{2[R_S + r_{be} + (1 + \beta)R'_p]} = \frac{-150(10/100)}{2(1 + 5.83 + 151 \times 0.1)} = -31.1$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（三）参考答案

一、填空题

- 1、发射结正偏；集电结反偏； $V_{DS} > V_{GS} = V_{GS(th)}$ ； $V > V_{GS(th)}$
- 2、输入电阻高；输出电阻低；电流增益大
- 3、放大差模信号；抑制共模信号
- 4、电压串联负
- 5、增大
- 6、减小
- 7、交越失真，甲乙类功放
- 8、虚短、虚断
- 9、电压控制电流器件；多数载流子
- 10、电压串联负；电流；10
- 11、差模；共模
- 12、放大倍数大于约等于1；输出与输入同相
- 13、5
- 14、正反馈
- 15、 $1 + \dot{A}\dot{F} = 0$

二、分析判断题

1、解：

- (a) 交、直流并联电流负反馈；
- (b) 交、直流串联电流负反馈；
- (c) 交、直流串联电压负反馈；
- (d) R_1 、 R_2 ：交、直流并联电压负反馈； R_4 、 R_5 ：交、直流串联电压负反馈。

2、 T_1 截止， T_2 倒置， T_3 饱和

三、计算题

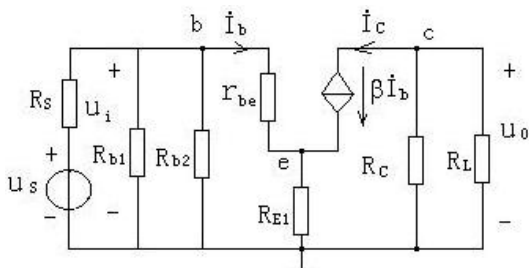
1、解

$$(1) V_{BQ} = \frac{V_{CC}}{R_{b1} + R_{b2}} \times R_{b2} = \frac{15}{40 + 20} \times 20 = 5V$$

$$I_{EQ} = \frac{V_B - U_{BE}}{R_{E1} + R_{E2}} = \frac{5 - 0.7}{0.2 + 1.8} = 2.15mA \approx I_{CQ}$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_{EQ}(R_C + R_{E1} + R_{E2}) = 15 - 2.15 \times (2 + 0.2 + 1.8) = 6.4V$$

(2) 微变等效电路



$$(3) r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 300 + 51 \cdot \frac{26}{2.15} = 1k\Omega$$

$$R_i = R_{b1} / R_{b2} / [r_{be} + (1 + \beta)R_{E1}] = 6k\Omega$$

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

$$(4) \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta(R_C / R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_{E1}} = -4.5$$

2、解：

(1) 由该电路的直流通路可求出管子的栅极和源极电压。

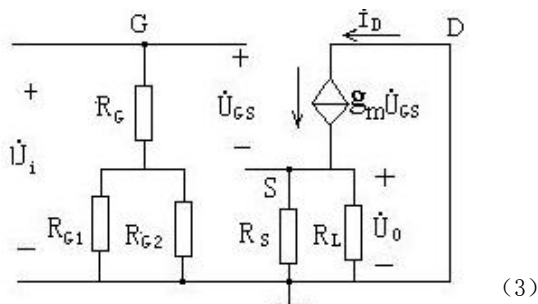
$$V_{GQ} = \frac{V_{DD} \times R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = \frac{20 \times 500}{2000 + 500} = 4V$$

$$U_{SQ} = V_{GQ} - U_{GSQ} = 4 - (-0.2) = 4.2V = I_{DQ}R_S$$

$$I_{DS} = \frac{U_{SQ}}{R_S} = \frac{4.2}{10} = 0.42mA$$

$$U_{DS} = V_{DD} - I_{DQ}R_S = 20 - 0.42 \times 10 = 15.8V$$

(2) 微变等效电路



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{g_m U_{GS} (R_S / R_L)}{\dot{U}_{GS} + g_m U_{GS} (R_S / R_L)} = \frac{g_m (R_S / R_L)}{1 + g_m (R_S / R_L)} = \frac{1.2(10/10)}{1 + 1.2(10/10)} = 0.86$$

(4) 输入电阻 $R_i = R_G + R_{G1} / R_{G2} = 1 + 2/0.5 = 1.4M\Omega$

$$\text{输出电阻 } R_o = R_S / \frac{1}{g_m} = 10 / \frac{1}{1.2} = 0.77k\Omega$$

3、解：

(1) 由电路参数可见 $R_B < 2(1 + \beta) < R_E$ ，基极电阻上的静态压降可忽略不计，并且电路两边参数对称，则有

$$I_{EQ} = \frac{-V_{EE} - U_{BE}}{2R_E} = \frac{-(-12) - 0.7}{2 \times 5.1} = 1.1 = I_{CQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - V_{EE} - I_C (R_C + 2R_E) = 12 - (-12) - 1.1(3.8 + 2 \times 5.1) = 8.6V$$

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 300 + 51 \frac{26}{1.1} = 1.63k\Omega$$

$$\text{差模电压放大倍数 } A_{ud} = \frac{-\beta R_C}{R_B + r_{be}} = \frac{-50 \times 3.8}{1 + 1.63} = -72$$

由于电路两边参数对称，双端输出时，共模电压放大倍数 $A_{uc} = 0$

$$\text{共模抑制比 } K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud}}{A_{uc}} \right| = \infty$$

(3) 差模输入电阻 $R_{id} = 2(R_B + r_{be}) = 2 \times (1 + 1.63) = 5.3k\Omega$

$$\text{共模输入电阻 } R_{ic} = R_B + r_{be} + 2(1 + \beta)R_E = 1 + 1.63 + 2 \times 51 \times 5.1 = 523k\Omega$$

$$\text{输出电阻 } R_o = 2R_C = 2 \times 3.8 = 7.6k\Omega$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（四）参考答案

一、填空题

- 1、NPN；PNP；硅；锗；电子；空穴
- 2、共集电极；共基极；共射 2、4 极；共基极；共集电极；功率
- 3、输入电阻高
- 4、 U_{GS} ； U_{DS} ； $i_D = I_{DSS}(1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(th)}})^2$ ； $i_D = K(U_{GS} - U_{GS(th)})^2$
- 5、 ∞ ；0
- 6、差模；共模；大小相等；方向相反
- 7、电压；输出；电流；输出
- 8、加宽；具有单向导电
- 9、0.7；0.5
- 10、正向；反向； < 0
- 11、变压器
- 12、共射和共集；共射；共集
- 13、0.45；0.9
- 14、串联负反馈；直流负反馈；电流负反馈
- 15、100

二、分析判断题

- 1、(1) 图：不能，(2) 图：不能
- 2、负反馈，不能产生振荡

三、计算题

1、解：

$$(1) V_{CC} = I_{CQ}(R_C + R_E) + U_{CEQ}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - I_{CQ}R_E - U_{CEQ}}{I_{CQ}} = \frac{12 - 1 \times 2.4 - 6}{1} = 3.6k\Omega$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{1}{100} = 0.01mA$$

$$I_1 = I_2 = 10I_{BQ} = 0.1mA$$

$$R_{B1} + R_{B2} = \frac{V_{OC}}{I_1} = \frac{12}{0.1} = 120K\Omega$$

$$R_{B1} = \frac{V_{CC} - U_{BE} - I_{CQ}R_E}{I_1} = \frac{12 - 0.6 - 2.4}{0.1} = 90K\Omega$$

$$R_{B2} = 120 - R_{B1} = 120 - 90 = 30K\Omega$$

(2)

$$A_u = \frac{-\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = \frac{-100 \frac{36 \times 3.6}{3.6 + 3.6}}{2.93} = -61$$

$$r_{be} = 300 + 101 \frac{26}{1} = 2.93K\Omega$$

2、解：负载上所得到的最大输出电压幅值为 $u_{om} = V_{CC} - u_{CES} = V_{EE} - V_{CES}$



最大输出功率为 $P_{om} = \frac{U_{om}^2}{2R_L} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L}$

$$10 = \frac{(V_{CC} - 1)^2}{2R_L}$$

$$V_{CC} = \sqrt{160} - 1 = 13.7V$$

所以选 V_{CC} 及 $-V_{EE}$ 为 ± 15 的标准电源。

3、解：(1)

$$I_{E3} = \frac{U_2 - U_{BE}}{R_{e3}} = \frac{6.3 - 0.7}{1.4} = 4mA = I_{C3}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{1}{2} I_{C3} = 1mA$$

(2)

$$r_{be1} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 300 + \frac{101 \times 26}{2} \approx 1.6K\Omega$$

$$A = \frac{-\beta R_C}{R_{b1} + r_{be1}} = -\frac{100 \times 2}{1.5 + 1.6} = -64.5$$

(3)

$$R_i = 2(R_{b1} + r_{be1}) = 2 \times (1.5 + 1.6) = 6.2K\Omega$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（五）参考答案

一、填空题

- 1、电压；反向击穿
- 2、NPN；PNP；发射结；集电结
- 3、结型场效应管；金属氧化物半导体场效应管（绝缘栅型）；N沟道；PN沟道
- 4、共模输入；差模输入；任意输入；共模；差模
- 5、差模的放大倍数与共模放大倍数之比；分贝
- 6、串联；电流并联负；电压串联负
- 7、 $1 + AF \geq 1$ ； $\frac{1}{F}$
- 8、电压串联；电压并联；电流串联；电流并联
- 9、压抑零漂；差动；提高电压增益；直接耦合；提高负载能力；射极输出器
- 10、 $R_i \rightarrow \infty$ ； $R_o \rightarrow 0$ ； $A_o \rightarrow \infty$ ； $K_{CMR} \rightarrow \infty$ ； $i_+ = i_-$ ； $U_+ = U_-$
- 11、78.5%
- 12、空穴
- 13、电压；电流
- 14、5mV(-5mV)；7.5mV；0.5V
- 15、10；0.01（或0.009）

二、分析判断题

1、解：由电路可知，静态工作点 $I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_b} = \frac{15 - 0.7}{475} = 30\mu A$

集电极电流 $I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 50 \times 0.03 = 1.5\text{mA}$

三极管 C、E 间静态管压降 $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_C = 15 - 1.5 \times 3 = 10.5\text{V}$

2、本级反馈：

R_{C1} ：第一级的直流的电流串联负反馈

R_{C2} ：第二级的交、直流的电流串联负反馈

级间反馈：

R_{f1} 、 C_f ：交流的电并联负反馈

三、计算题

1、解：

$$(1) I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_b + (1 + \beta)R_e} = \frac{12 - 0.7}{250 + 51 \times 2} = 33\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1.65\text{mA} \approx I_E$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_e) = 12 - 1.65 \times (2 + 1) = 7\text{V}$$

$$(2) (1 + \beta)R_e + R_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{I_B} = \frac{12 - 0.7}{0.33} = 376.7\text{k}\Omega$$

$$R_B = 376.7 - 51 \times 1 = 325.7\text{k}\Omega$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - (1 + \beta)I_B R_e - U_{CE}}{(1 + \beta)I_B} = \frac{12 - 51 \times 0.03 \times 1}{51 \times 0.03} = 2.9\text{k}\Omega$$

$$r_{be} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.5} = 1.18\text{K}\Omega$$

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1+\beta)\dot{I}_b R'_L}{\dot{I}_b [r_{be} + (1+\beta)R'_L]} = 0.98$$

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1+\beta)R_e] = 56.2\text{K}\Omega$$

$$R_o = \frac{r_{be}}{1+\beta} = 23.1\Omega$$

2、解：

$$(1) V_B = \frac{V_{CC}}{R_{b1} + R_{b2}} R_{b2} = 4.69\text{V}$$

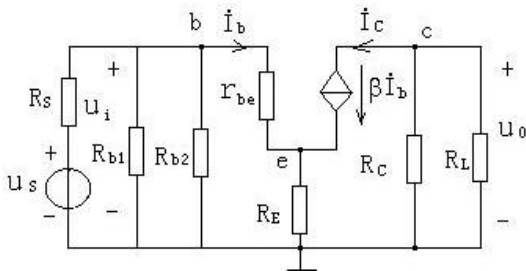
$$I_E = \frac{V_B - U_{BE}}{R_{E1} + R_{E2}} = 2\text{mA} \approx I_C$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 34\mu\text{A}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + E_{E1} + R_{E2}) = 5\text{V}$$

$$r_{be} = 300 + 61 \times \frac{26}{2} = 1.1\text{K}\Omega$$

(2) 微变等效电路



(3)

$$A_u = \frac{-\beta(R_L // R_C)}{r_{be} + (1+\beta)R_{E1}} = -2.4$$

$$(4) R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1+\beta)R_{E1}] = 5.5\text{K}\Omega, R_o = R_C = 3\text{K}\Omega$$

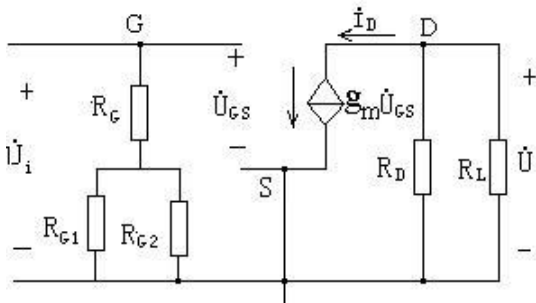
3、解：

$$(1) U_{GS} = V_G - V_S = \frac{V_{DD3}R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} - I_D R_S$$

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$U_{DS} = V_{DD} - I_D(R_D + R_S)$$

(2) 微变等效电路



(3)

$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_D(R_L // R_D)}{\dot{U}_{gs}} = -g_m R'_L = -6$$

(4)

$$R_i = R_G + R_{G1} // R_{G2} = 1.04\text{M}\Omega, R_o = R_D = 10\text{K}\Omega$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（六）参考答案

一、填空题

- 1、自由电子；空穴；三价元素
- 2、加正向偏置；反向偏置
- 3、电流控制电流的； $I_e = I_c + I_b$ ； $i_c = \beta i_b$
- 4、微变等效法；图解法；图解法；近似计算法
- 5、分压式共射极；电压放大倍数
- 6、短路；开路
- 7、电压并联；电流串联；电流并联
- 8、串联；电流并联；电压串联
- 9、 $R_i \rightarrow \infty$ ； $R_o \rightarrow 0$ ； $A_o \rightarrow \infty$ ； $K_{CMR} \rightarrow \infty$ ； $i_+ = i_-$ ； $U_+ = U_-$
- 10、变压器
- 11、3
- 12、共射；共集；共集；共基
- 13、 2Ω
- 14、直接耦合；差动放大电路；零点漂移（或温漂）
- 15、电流并联

二、分析判断题

- 1、电流并联交直流负反馈
- 2、a: (1) 二极管截止；(2) $U_o = -6V$ b: (1) V_2 导通；(2) $U_{A0} = -5V$

三、计算题

1、解：直流通路，求静态值

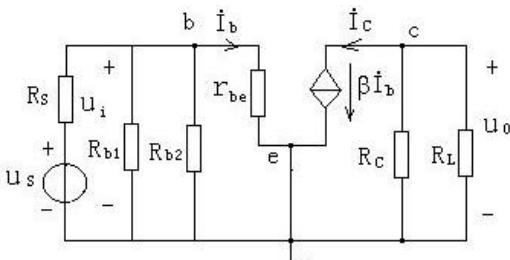
$$(1) V_B = \frac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} R_{B2} = \frac{12 \times 10}{10 + 30} = 3V$$

$$I_e = \frac{V_B - V_{BE}}{R_e} = \frac{3 - 0.7}{1} = 2.3mA = I_c$$

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{2.3}{40} = 56\mu A$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_c(R_c + R_e) = 12 - 2.3 \times (2 + 1) = 5.1V$$

(2) 微变等效电路



$$(3) r_{be} = 200 + (1 + 40) \frac{26}{2.3} = 0.844\Omega$$

$$A_v = \frac{-I_c R'_L}{I_b r_{be}} = \frac{-\beta(R_c // R_L)}{r_{be}} = -99.4$$



$$(4) R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be} = \left(\frac{30 \times 10}{30 + 10} \right) // 0.644 = 0.59 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c = 2 \text{ k}\Omega$$

2、解：

$$(1) r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E}$$

$$I_E = \frac{1 + \beta}{r_{be} - 200} = \frac{51 + 26}{1000 - 200} = 1.66 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = V_{CE} + I_c R_c = 6 + 1.66 \times 2 = 9.32 \text{ v}$$

$$R_B = \frac{V_{CC}}{I_B} = \frac{9.32}{\frac{1.66}{50}} = 280 \text{ K}\Omega$$

$$(2) A_U = \left| \frac{U_o}{U_i} \right| = \left| \frac{\beta R'_L}{r_{be}} \right| = \frac{2000}{28.8 \times 10^{-3}}$$

$$R'_L = \frac{1000}{50 \times 2.88 \times 10^{-3}} = 1.39 \text{ K}\Omega$$

$$\frac{R_c R_L}{R_c + R_L} = 1.39 \quad R_L = 4.56 \text{ K}\Omega$$

3、解：

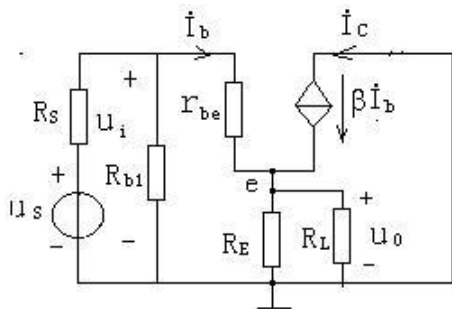
(1)

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B + (1 + \beta) R_E} = \frac{12 - 0.7}{120 + (1 + 40) \times 4} \approx 40 \mu\text{A}$$

$$I_E = (1 + \beta) I_B = 41 \times 0.04 = 1.6 \text{ mA} \approx I_c$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_c R_E = 12 - 1.6 \times 4 = 5.4 \text{ v}$$

(2) 微变等效电路



(3)

$$r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26}{1.6} = 0.85 \text{ K}\Omega$$

$$A_U = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\dot{I}_E R'_L}{\dot{I}_b r_{be} + 41 \dot{I}_b R'_L} = \frac{41 \times 2}{0.8 + 41 \times 2} = 0.99$$

(4)

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1 + \beta) R'_L] = \frac{120 \times (0.85 + 82)}{120 + 0.85 + 82} = 49 \text{ K}\Omega$$

$$R_o = R_E // \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta} = \frac{4 \times \frac{0.85 + 0.1}{41}}{4 + \frac{0.85 + 0.1}{41}} = 23 \Omega$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（七）参考答案

一、填空题

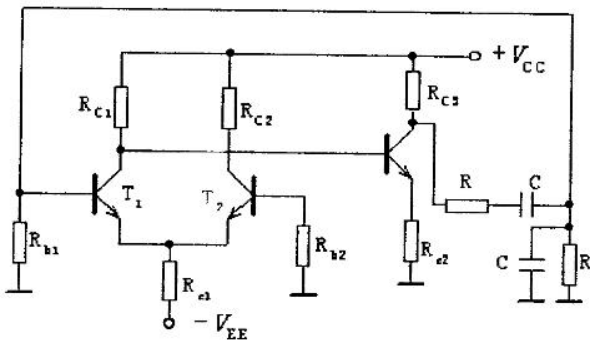
- 1、掺杂浓度；温度
- 2、 10^6 ；40dB
- 3、五价；电子；空穴
- 4、变大；变大；变小
- 5、较大；栅源电压
- 6、栅源电压 (U_{GS})
- 7、放大电路；反馈电路；选频电路；稳幅电路
- 8、4.5V；0.9V
- 9、 $0.9U_2$ ； $\sqrt{2}U_2$
- 10、稳压管；限流电阻
- 11、小
- 12、负
- 13、电压并联
- 14、虚地
- 15、大；小

二、分析判断题

1、

- 1管：NPN管，工作在放大状态。
- 2管：NPN管，工作在饱和状态。
- 3管：NPN管，工作在截止状态。

2、题图所示电路不能产生正弦波振荡，因为 $\phi_a = 180^\circ$ ，而 $\phi_f = 0^\circ$ ，不满足相位条件。电路图做如下修改，即可满足相位条件，如图所示。电路的振荡频率为： $f = \frac{1}{2\pi RC}$ 。



三、计算题

1、解：运用电流关系判定法判断，管子临界饱和时的集电极和基极电流分别为

$$I_{CS} = \frac{12}{4} = 3\text{mA}$$

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} = \frac{3}{80} = 0.0375\text{mA}$$

(1) 当S接通A位置时

$$I_B = \frac{12 - 0.7}{500} = 0.28\text{mA} > I_{BS}$$

所以三极管工作于饱和区 $I_C = I_{CS} = 3\text{mA}$

(2) 当 S 接通 B 位置时

$$I_B = \frac{12 - 0.7}{500} = 0.0226\text{mA} < I_{BS}$$

所以三极管工作于放大区

$$I_C = \beta I_B = 80 \times 0.0226 = 1.81\text{mA}$$

(3) 当 S 接通 C 位置时, 因为发射结反偏, 所以三极管工作于截止区, $I_C = 0$

2、解:

(1) 静态工作点

第一级:

$$V_{B1} = \frac{V_{CC} \cdot R_{b22}}{R_{b11} + R_{b12}} = \frac{12 \times 15}{30 + 15} = 4\text{V}$$

$$I_{E1} = \frac{V_{B1} - U_{BE1}}{R_{E1}} = \frac{4 - 0.7}{3} = 1.1\text{mA} = I_{C1}$$

$$I_{B1} = \frac{I_{E1}}{\beta} = \frac{1.1}{50} = 22\mu\text{A}$$

$$U_{CE1} = V_{CC} - I_{C1}(R_{C1} + R_{E1}) = 12 - 1.1 \times (3 + 3) = 5.4\text{V}$$

第二级:

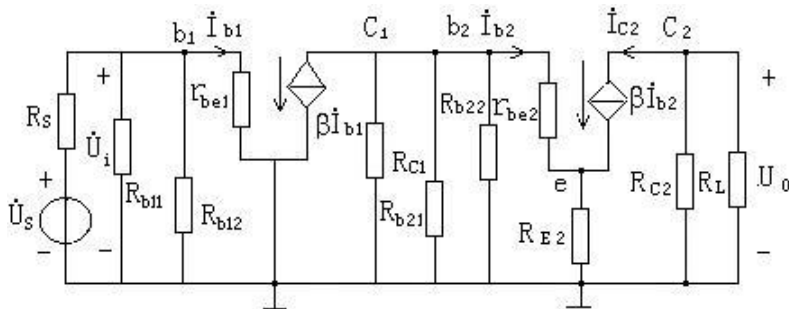
$$V_{B2} = \frac{V_{CC} \cdot R_{b22}}{R_{b21} + R_{b22}} = \frac{12 \times 10}{20 + 10} = 4\text{V}$$

$$I_{E2} = \frac{V_{B2} - U_{BE2}}{R_{E2}} = \frac{4 - 0.7}{2} = 1.65\text{mA} \approx I_{C2}$$

$$U_{CE2} = V_{CC} - I_{C2}(R_{C2} + R_{E2}) = 12 - 1.65 \times (2.5 + 2) = 4.6\text{V}$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} = \frac{1.65}{50} = 33\mu\text{A}$$

(2) 等效微变电路



(3) 第一级

$$A_{U1} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_{C1} R'_{L1}}{\dot{I}_{b1} r_{be1}} = \frac{-\beta R_{C1} // r_{L2}}{r_{be1}} = \frac{-50 \times 2.5 \times 0.93}{1.473} = -24.1$$

第二级

$$A_{U2} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_{i1}} = \frac{-\beta R'_{L2}}{r_{be2}} = \frac{-50 \times 1.67}{1.08} = -77.1$$



其中

$$r_{be1} = 300 + (\beta + 1) \frac{26}{I_{E1}} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.1} = 1.47 \text{K}\Omega$$

$$r_{be2} = 300 + (\beta + 1) \frac{26}{I_{E2}} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.65} = 1.08 \text{K}\Omega$$

$$A_U = A_{U1} \cdot A_{U2} = (-24.1) \times (-77.1) = 1863$$

A_U 为正值表示总输出电压与输入电压同相。

(4) 输入电阻和输出电阻

第一级

$$r_{i1} = R_{b11} // R_{b12} // r_{be1} = 1.28 \text{K}\Omega$$

$$r_{o1} = R_{c1} = 3 \text{K}\Omega$$

第二级

$$r_{i2} = R_{b21} // R_{b22} // r_{be} = 0.93 \text{k}\Omega$$

$$r_{o2} = R_{c2} = 2.5 \text{K}\Omega$$

3、解:

(1)

$$R_{E3} \text{ 上的压降为 } U_{RE3} = 8 - 0.7 = 7.3 \text{V}$$

$$I_{C3Q} = I_{E3Q} = \frac{U_{RE3}}{R_{E3}} = \frac{7.3}{3.6} = 2 \text{mA}$$

$$I_{C1Q} = I_{C2Q} = \frac{I_{C3Q}}{2} = 1 \text{mA}$$

$$U_{CE1Q} = U_{CE2Q} = V_{CC} - I_{CQ} R_c = 12 - 1 \times 5 = 7 \text{V}$$

(2)

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 300 + 51 \times \frac{26}{1} = 1626 = 1.6 \text{K}\Omega$$

$$A_{ud} = \frac{-\beta(R_c // \frac{1}{2}R_L)}{R_B + r_{be}} = \frac{-50 \times 2.5}{1 + 1.6} = -48$$

(3)

$$R_{id} = 2(R_{B1} + r_{be}) + (1 + \beta)R_p = 2 \times (1 + 1.6) + 50 \times 0.1 = 10.3 \text{K}\Omega$$

$$R_{od} = R_{c1} + R_{c2} = 5 + 5 = 10 \text{K}\Omega$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（八）参考答案

一、填空题

- 1、 $i = I_S(e^{v/V_T} - 1)$
- 2、正向；反向
- 3、短路
- 4、差动
- 5、自由电子；多；空穴；少
- 6、电流负；电压负；串联；并联
- 7、电压串联；电压并联
- 8、直流；电压
- 9、带阻；低通
- 10、串联反馈；开关
- 11、数值
- 12、温度；无关
- 13、共射；共基；共集
- 14、电压
- 15、输入；输出

二、分析判断题

- 1、 $U_0 = 20V$
- 2、(a) 电压并联负反馈； $-R_2/R_1$ ；(b) 电压串联负反馈； $1+R_2/R_1$

三、计算题

1、解：

(1)

$$I_1 = \frac{E - U_Z}{R_1} = \frac{20 - 10}{0.4} = 25\text{mA}$$

$$I_2 = \frac{U_Z}{R_2} = \frac{10}{0.8} = 12.5\text{mA}$$

$$I_Z = I_1 - I_2 = 25 - 12.5 = 12.5\text{mA}$$

可见 $I_{Z\min} < I_Z < I_{Z\max}$ ，所以 D_Z 击穿电压 $I_Z = 12.5\text{mA}$ 正确。

(2) 如果 R_2 断开，则 $I_2 = I_1 = 25\text{mA} > I_{Z\max}$ 稳压管中电流过大将被烧坏。

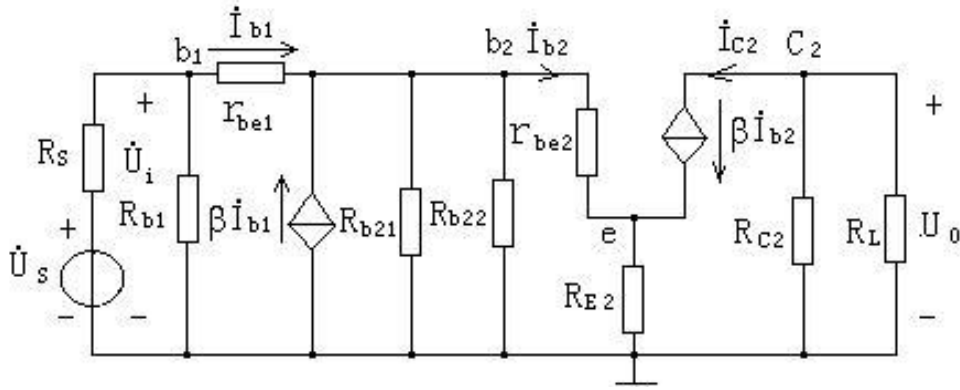
(3) 要保证稳压管不会被烧坏，必须使电流 $I_2 > I_1 - I_{Z\max}$

$$\text{即 } I_2 > 5\text{mA}, \text{ 而 } I_Z = \frac{10}{R_2} > 5\text{mA}。$$

所以 $R_2 < 2\text{k}\Omega$ 才能保证稳压管不被烧坏。

2、解：

(1) 微变等效电路



(2)

$$A_{u1} = \frac{(1 + \beta_1) \{ R_{E1} // R_{B21} // R_{E22} // [r_{be2} + (1 + \beta_2) R_{E2}] \}}{r_{be1} + (1 + \beta_1) \{ R_{E1} // R_{B21} // R_{B22} // [r_{be2} + (1 + \beta_2) R_{E2}] \}} \approx 0.998$$

$$A_{u2} = \frac{-\beta_2 (R_{C2} // R_L)}{r_{be2} + (1 + \beta_2) R_{E2}} \approx -9.26$$

$$A_u = A_{u1} A_{u2} = -9.26 \times 0.998 = -9.24$$

$$(3) R_i = R_{B1} // [r_{be} + (1 + \beta_1) R_{E1} // R_{L2}] \approx 3.177 \text{ k}\Omega$$

$$R_{i2} = R_{B21} // R_{B22} // [r_{be2} + (1 + \beta_2) R_{E2}] \quad R_o \approx R_{C2} = 10 \text{ k}\Omega$$

(4) 前级采用射极输出器可以提高放大电路的输入电阻，从而使放大电路有良好的匹配信号电压源能力。

3、解：

(1) 电流并联负反馈

(2)

$$i_f = \frac{i_c R_4}{R_4 + R_5} = \frac{u_i}{R_1} \quad i_c = \frac{(R_4 + R_5) u_i}{R_1 R_4} \quad u_o = i_c R_3 = \frac{(R_4 + R_5) u_i}{R_1 R_4} R_3 \quad A_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = \frac{R_3 (R_4 + R_5)}{R_1 R_4}$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（九）参考答案

一、填空题

- 1、单向导电
- 2、发射结正偏、集电结反偏； $V_{GS} > V_{GS(th)}$ ； $V_{DS} > V_{GS} - V_{GS(th)}$
- 3、输入电阻高；输出电阻低；电流增益大
- 4、放大差模信号；抑制共模信号
- 5、电压串联负
- 6、减小
- 7、交越失真；甲乙类共放
- 8、虚断；虚断
- 9、37
- 10、提高；变窄
- 11、电压；串联
- 12、RC；RL
- 13、比较放大；取样
- 14、振幅平衡；相位平衡
- 15、电源变压器；整流；滤波；稳压电路

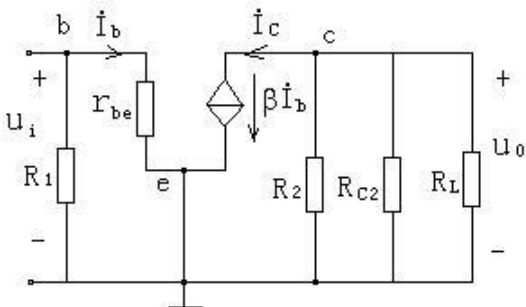
二、分析判断题

- 1、反馈组态为：电压—串联负反馈 $\dot{A}_{uf} = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$
- 2、（1）电压并联负反馈；
（2） $\frac{u_0}{u_s} \approx -\frac{R_f}{R_s} = -10$

三、计算题

1、解：

（1）根据交流通路，可以得到下列微变等效电路



（2）电压放大倍数

$$A_u = \frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_c (R_{b2} // R_{c2} // R_L)}{\dot{I}_b r_{be}} = \frac{-\beta (R_{b2} // R_{c2} // R_L)}{r_{be}}$$

（3）

$$R_i = R_{b1} // r_{be}$$

$$R_o = R_{b2} // R_{c2}$$

2、解：

（1）



$$u_{id} = u_{i1} - u_{i2} = 1500 - 500 = 1000\mu\text{v}$$

$$u_{ic} = \frac{1}{2}(u_{i1} + u_{i2}) = \frac{1}{2}(1500 + 500) = 1000\mu\text{v}$$

(2)

$$u_{od} = A_{ud} \cdot u_{id} = 100 \times 1000 = 100\text{mV}$$

(3) u_{c2} 与 u_{id} 为同相关系

$$(4) u_0 = A_{ud} \cdot u_{id} + A_{uc} \cdot u_{ic} = A_{ud}(u_{i1} - u_{i2}) + A_{uc} \frac{1}{2}(u_{i1} + u_{i2}) = (A_{ud} + \frac{A_{uc}}{2})u_{i1} - (A_{ud} - \frac{A_{uc}}{2})u_{i2} = 1000u_{i1} - 999u_{i2}$$

$$A_{ud} + \frac{1}{2}A_{uc} = 1000 \quad A_{ud} - \frac{1}{2}A_{uc} = 999$$

$$A_{uc} = 1 \quad A_{ud} = 999.5$$

$$K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud}}{A_{uc}} \right| = 999.5$$

3、解：

(1) 负载获得的功率

$$P_0 = \frac{1}{2} I_{om}^2 A_L = \frac{1}{2} \times (0.45)^2 \times 35 = 3.45\text{w}$$

(2) 电源提供的平均功率

$$P_E = \frac{I_{om}}{\pi} A_{CC} = \frac{0.45}{3.14} \times 36 = 5.16\text{w}$$

(3) 电源提供功率减去输出功率，就是功率管的管耗，除以 2 既得到每个管子的功耗。

$$P_{c1} = P_{c2} = \frac{1}{2}(P_E - P_0) = (5.16 - 3.54) \times \frac{1}{2} = 0.81\text{w}$$

(4) 每个输出管可能产生的最大管耗 $P_{Cmax} \approx 0.2P_{0max}$

$$P_{Cmax} = 0.2 \times \frac{1}{2} \frac{(U_{CC})^2}{R_c} = 0.2 \times \frac{1}{2} \times \frac{(18)^2}{35} = 0.926\text{w}$$

(5) 输出级的功率

$$\eta = \frac{P_0}{P_c} = \frac{3.51}{5.16} \approx 68.6\%$$

《模拟电子技术基础》模拟卷（十）参考答案

一、填空题

- 1、掺入杂质；本征激发
- 2、变窄；扩散；变宽；漂移
- 3、增大；增大；减小
- 4、越大；越小
- 5、增大；减小；增大；减小
- 6、双端输入双端输出；双端输入单端输出；单端输入双端输出；单端输入单端输出
- 7、输入极；中间级；输出级；偏置电路
- 8、虚短；虚端
- 9、正反馈；选频 $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$
- 10、NPN；PNP
- 11、自由电子；掺杂；自由电子；本征激发
- 12、单向导电性；大；减小
- 13、微小；较大；电流；电流源；饱和状态；放大状态；截止状态
- 14、直流；交流
- 15、栅源电压；电压；电流源

二、分析判断题

1、题图所示的各个电路中，图(a)所示电路有可能产生正弦波振荡。因为共射放大电路输出电压和输入电压相反 ($\phi_A = -180^\circ$)，且图中三级移相电路为超前网络，在信号频率为0到无穷大时相移为 $+270^\circ \sim 0^\circ$ ，因此存在使相移为 $+180^\circ$ ($\phi_F = +180^\circ$) 的频率，即存在满足正弦波振荡相位条件的频率 f_0 (此时 $\phi_A + \phi_F = 0^\circ$)；且在 $f = f_0$ 时有可能满足起振条件 $\left| \dot{A}_F \right| > 1$ ，故可能产生正弦波振荡。

图(b)所示电路有可能产生正弦波振荡。因为共射放大电路输出电压和输入电压相反 ($\phi_A = -180^\circ$)，且图中三级移相电路为滞后网络，在信号频率为0到无穷大时相移为 $0^\circ \sim -270^\circ$ ，因此存在使相移为 -180° ($\phi_F = -180^\circ$) 的频率，即存在满足正弦波振荡相位条件的频率 f_0 (此时 $\phi_A + \phi_F = -360^\circ$)；且在 $f = f_0$ 时有可能满足起振条件 $\left| \dot{A}_F \right| > 1$ ，故可能产生正弦波振荡。

2、无，因电容隔直作用，该电路中基极静态偏置电流为零，所以放大电路处于截止状态，无法对交流信号进行放大。

三、计算题

1、解：

(1) 微变等效电路

(2) 由直流通路可知 $I_E = 1.01\text{mA}$

$$r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26\text{mV}}{I_E} = 2.9\text{k}\Omega$$

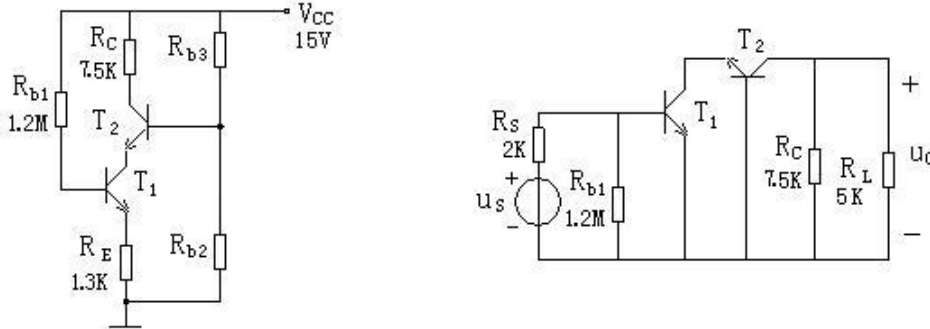
$$\dot{A}_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = \frac{100 \times 75}{2.9} = 262$$

$$(3) R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = \frac{r_{be} \dot{I}_b}{(1 + \beta) \dot{I}_b} = \frac{r_{be}}{1 + \beta} = 29\Omega$$

$$R_0 = R_c = 7.5K\Omega$$

2、解：

该电路的直流通路和交流通路如下图所示。



由上图可知电路为共发—共基组合放大电路

(1) 静态分析

$$I_{BQ1} = \frac{V_{CC} - U_{BE1}}{R_{b1} + (1 + \beta_1)R_E} = 10.7\mu A$$

$$I_{EQ1} = (1 + \beta)I_{BQ1} \approx 1.085mA$$

$$I_{CQ2} = I_{EQ2} = \beta_1 I_{BQ1} = 1.074mA$$

$$U_{CEQ1} = U_{B2} - U_{BE2} - I_{EQ1}R_E \approx 2.89V$$

(3)

$$r_{be1} = r_{be2} = 300 + 101 \times \frac{26}{10.7} = 2.75K\Omega$$

$$A_u = A_{u1} \cdot A_{u2} = -\frac{\beta R_{i2}}{r_{be1}} \cdot \frac{R_c // R_L}{R_{i2}} = \frac{\beta R_c // R_L}{r_{be1}} = -\frac{100 \times 3}{2.75} = -109$$

$$R_{i1} = R_B // r_{be1} \approx r_{be1} = 2.75K\Omega$$

$$A_{us} = A_u \frac{R_{i1}}{R_s + R_{i1}} = -109 \times \frac{2.75}{2 + 2.75} = -63.1$$

(4)

$$R_i = R_{i1} \approx r_{be1} = 2.75K\Omega$$

$$R_o = R_{o2} = R_c = 7.5K\Omega$$

3、解：

(1) U_{o1} 为输出时，电路为串联电流负反馈。由于控制端“虚短”，因此有 $U_i = U_f = \frac{R_{E3}I_0}{R_{S1} + R_f} R_{S1}$

$$A_{gf1} = \frac{I_0}{U_i} = \frac{(R_{S1} + R_f) + R_{E3}}{R_{E3}R_{S1}} = \frac{(0.2 + 1.8) + 0.2}{0.2 \times 0.2} = 55ms$$

$$A_{uf1} = \frac{U_{o1}}{U_i} = \frac{-I_0 R_{C3}}{U_i} = -A_{gf1} \cdot R_{C3} = -55 \times 2 = -110$$

(2) U_{o2} 输出时，电路变为电压串联负反馈，此时按“虚短”则有

$$A_{uf2} = \frac{U_0}{U_i} = 1 + \frac{R_f}{R_{S1}} = 1 + \frac{1.8}{0.2} = 10$$

(3) R_f 减小时，电路的负反馈增强，将使增益减小。

$$\text{当 } R_f = 0 \text{ 时, } A_{uf1} = \frac{-R_{C3}}{R_{S1} // R_{E3}} = -20, \text{ 而 } A_{uf2} = 1$$