# 电子科技大学

# 2006 年硕士学位研究生复试试题参考答案

# 考试科目：低频电子线路

1. 解：（1）

$$\beta R_e = 530K\Omega > 10(R_1 // R_2) = 120K\Omega \text{----(1分)}$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = 6V \text{----(1分)}$$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{V_B - V_{BE}}{R_e} = 1mA \text{----(1分)}$$

$$V_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ}(R_c + R_e) = 2V \text{----(2分)}$$

（2）

直流负载线方程$V_{CE} \approx V_{CC} - I_C(R_c + R_e) = 12 - 10I_C$ ----(1分)

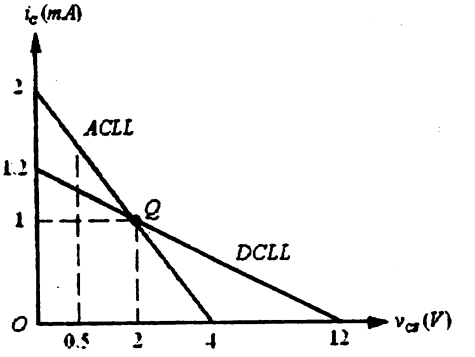
交流负载线方程$v_{CE} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_c // R_L) - i_C(R_c // R_L) = 4 - 2i_C$ ----(1分)

$V_{CE(sat)} = V_{CEQ} - V_{CES} = 1.5V$ ----(1分)

$V_{CE(cut)} = I_{CQ}(R_c // R_L) = 2V$ ----(1分)

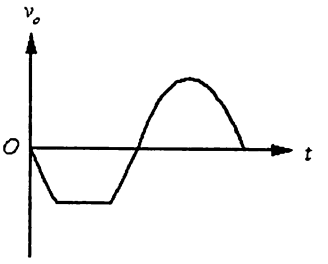
$\because V_{CE(sat)} < V_{CE(cut)}$

$\therefore V_{om} = \min[V_{CE(sat)}, V_{CE(cut)}] = 1.5V$ ----(1分)



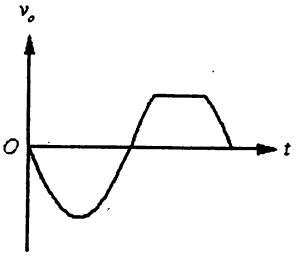

（3）$\because V_{CE(sat)} < V_{CE(cut)}$，增大$V_{sm}$，首先出现饱和失真----（1分）

正确画出输出电压$v_o$的失真波形----（1分）

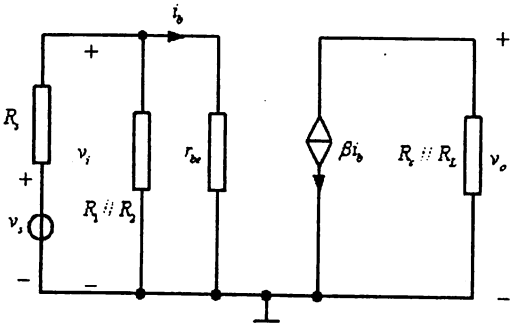



（4）增大$R_1$，最终出现截止失真－－－－（1分）

正确画出输出电压$v_o$的失真波形－－－－（1分）




（5）正确画出该放大电路的小信号等效电路－－－－（2分）




$$r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta)\frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 2.6K\Omega \text{－－－－（1分）}$$

$$R_i = R_1 // R_2 // r_{be} = 2K\Omega$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{\beta(R_c // R_L')}{r_{be}} = -76.9 \text{－－－－（1分）}$$

$$A_{vs}=\frac{R_i}{R_s+R_i}A_v=-51$$ ----（1分）

$$R_o=R_c=4.7K\Omega$$ ----（1分）

2. 解：（1）

$$I_{DQ}=k(V_{GSQ}-V_P)^2=1mA$$ ----（2分）

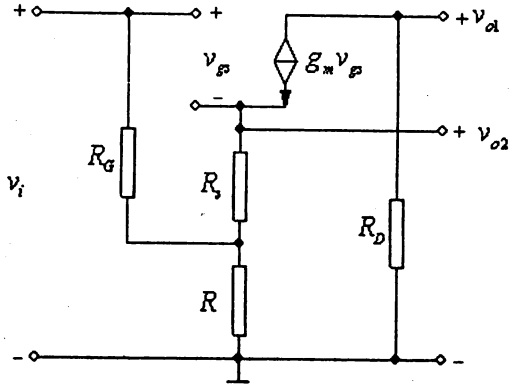
$$R_S=\frac{|V_{GSQ}|}{I_{DQ}}=\frac{2}{1}=2K\Omega$$ ----（2分）

（2）根据恒流区条件，$V_{DS}>V_{GS}-V_P$，有

$$V_{DSQ}=V_{DD}-I_{DQ}(R_D+R_S+R)>V_{GSQ}-V_P=2$$ ----（2分）

$$R<4K\Omega$$ ----（2分）

（3）正确画出该放大电路的中频段小信号等效电路----（2分）




（4）$R_G=2M\Omega\gg R$，故$R_G$可视为开路。

$$g_m=2\sqrt{kI_{DQ}}=1mS$$ ----（2分）

$$A_{v1}=\frac{v_{o1}}{v_i}=-\frac{g_mR_D}{1+g_m(R_S+R)}=-1.7$$ ----（2分）

$$R_o=R_D=10K\Omega$$ ----（1分）

$$A_{v1}=\frac{v_{o2}}{v_i}=\frac{g_m(R_S+R)}{1+g_m(R_S+R)}=0.83$$ ----（2分）

$$R_o=(R_S+R)//\frac{1}{g_m}=0.83K\Omega$$ ----（3分）

3. 解：（1）

$$I_{E2}\approx I_{C2}=\frac{0-(-V_{EE})}{R_5}=6mA$$ ----（1分）

$$I_{B2}=\frac{I_{C2}}{\beta}=0.12mA$$ ----（1分）

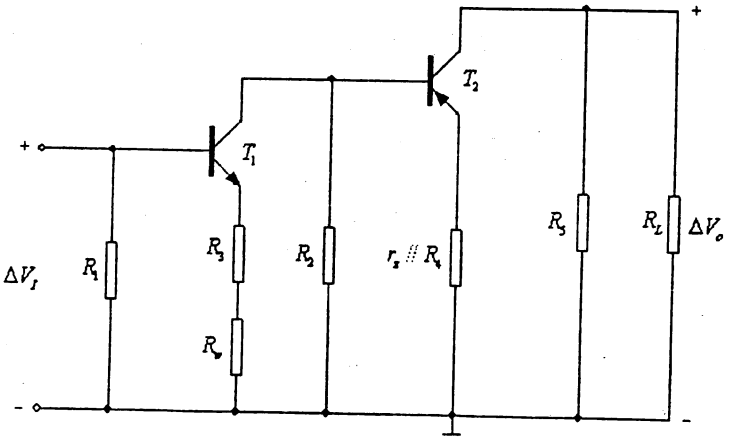
$$I_{R2}=\frac{V_Z+|V_{BE2}|}{R_2}=0.7mA$$ ----（1分）

$$I_{E1}\approx I_{C1}=I_{B2}+I_{R2}=0.82mA$$ ----（1分）

$$I_{E1}=\frac{V_{EE}-V_{BE1}}{R_3+R_w}$$ ----（1分）

$$R_w=\frac{V_{EE}-V_{BE1}}{I_{E1}}-R_3\approx 3.43K\Omega$$ ----（1分）

（2）正确画出增量等效电路----（2分）



$$r_{be1} = r_{bb'} + (1+\beta)\frac{26mV}{I_{E1}} \approx 1.88K\Omega$$ ---- (1分)

$$r_{be2} = r_{bb'} + (1+\beta)\frac{26mV}{I_{E2}} \approx 0.52K\Omega$$ ---- (1分)

$$R_{i2} = r_{be2} + (1+\beta)(r_z // R_4) \approx r_{be2} + (1+\beta)r_z = 1.54K\Omega$$ ---- (1分)

$$A_{v1} = \frac{\Delta V_{o1}}{\Delta V_I} = -\frac{\beta(R_2 // R_{i2})}{r_{be1} + (1+\beta)(R_3 + R_w)} = -0.2$$ ---- (2分)

$$A_{v2} = \frac{\Delta V_{o2}}{\Delta V_{o1}} = -\frac{\beta(R_5 // R_L)}{r_{be2} + (1+\beta)(R_4 // r_z)} = -30.4$$ ---- (2分)

$$A_v = A_{v1} \cdot A_{v2} = 6.1$$

$$\Delta V_I = \left|\frac{\Delta V_o}{A_v}\right| = 8.2mV$$ ---- (1分)

4. 解:(1)

$$\beta R_3 \gg 10(R_1 // R_2)$$ ---- (1分)

$$V_{B3} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 15 = 5V$$ ---- (1分)

$$I_{C3} \approx I_{E3} = \frac{V_{B3} - V_{BE3}}{R_3} = 1mA$$ ---- (1分)

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{1}{2} I_{E3} = 0.5mA, I_{C1} = I_{C2} = 0.5mA$$ ---- (1分)

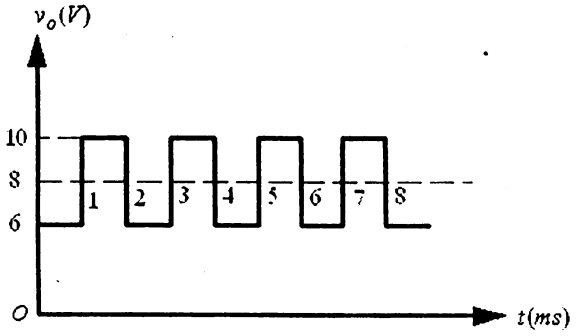
静态电压$V_O = 15 - I_{C2}R_c = 10V$ ---- (1分)

$$r_{be1} = r_{be2} = r_{bb'} + (1+\beta)\frac{26mV}{I_{E2}} = 2.9K\Omega$$ ---- (1分)

$$A_{vd} = \frac{v_{od}}{v_{id}} = -\frac{1}{2}A_v(半) = \frac{\beta R_c}{2(R_b + r_{be2})} = 50$$ ---- (2分)

$$v_O = V_O + v_o = V_O + v_{od} = V_O + A_{vd}(v_{i1} - v_{i2}) = 10 + 50(v_{i1} - v_{i2})$$ ——（2分）

正确画出$v_o(t)$的波形图————（2分）




（2）直流电压表的读数是$V_O$在一个周期内的平均值，即

$$\overline{v_O} = \frac{1}{T}\int_0^T v_O dt = 8V$$ ————（3分）

5. 解：电流取样电压求和负反馈————（6分）

输入电阻和输出电阻均增大———（2分）

深负反馈条件下，

$$v_i \approx v_f = \frac{R_{C2} i_o}{(R_B + R_f) + R_{C2}} R_B$$ ————（2分）

$$v_o = -i_o(R_{C2} // R_L)$$ ————（1分）

$$A_{vf} = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{(R_B + R_f) + R_{C2}}{R_{C2} R_B}(R_{C2} // R_L) = -20$$ ———（2分）

由于电压求和使放大器的输入电阻增大，则

$$A_{vsf} \approx A_{vf} = -20$$ ————（2分）

6. 解：该放大电路的传输函数为：

$$\dot{A}_v = \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1 + j\omega R_1(C_1 + C_{m1})}{1 + j\omega R_2(C_2 + C_{m2})}$$ ————（8分）

当$R_1(C_1 + C_{m1}) = R_2(C_2 + C_{m2})$时频带最宽————（4分）

故应把$C_1$调至$C_1 = \frac{R_2}{R_1}(C_2 + C_{m2}) - C_{m1} = 5pF$ ----（3分）