

得分

七、(10分) 分析图7所示电路。

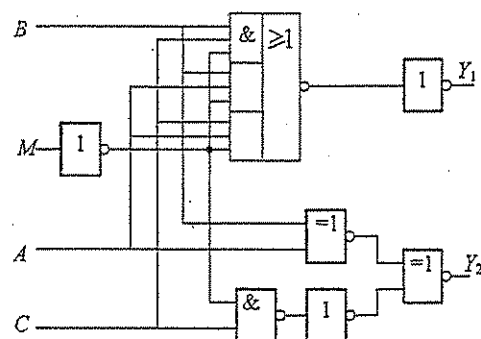


图7

1、写出 Y1、Y2 的表达式，用最小项的和表示：

$$Y_1(MCBA) = \sum m(3, 5, 6, 7);$$

$$Y_2(MCBA) = \sum m(1, 2, 4, 7, 9, 10, 13, 14);$$

2、填写真值表

M	C	B	A	Y ₁	Y ₂	M	C	B	A	Y ₁	Y ₂
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

3、当 M=0 时说明电路功能。并指出此时 Y₁、Y₂ 的具体含义。

全加器

Y₁: 进位

Y₂: 和

注意
行为
规范

遵守
考场
纪律

主管
领导
审核
签字

一、填空 (10分)

1. 采用差分放大电路的原因是 A。(A. 克服温漂的影响 B. 提高输入电阻 C. 提高放大倍数)

2. 场效应管的转移特性曲线如图1所示。由图可知该管的 $I_{DSS} = \underline{4\text{mA}}$ 。
 $U_{GS(off)} = \underline{-4\text{V}}$ 。管子的类型是 N沟道耗尽型 MOSFET。

3. 功率放大电路如图2所示。设 $U_{BE} > 0$ 时，管子立即导通，忽略管子的饱和压降，负载上可能得到的最大输出功率 $P_{omax} = \underline{6\text{W}}$ ，最大效率 $\eta_{max} = \underline{78.5\%}$ 。
每个管子的耐压 $|U_{(BR)CEO}|$ 至少应为 24V。

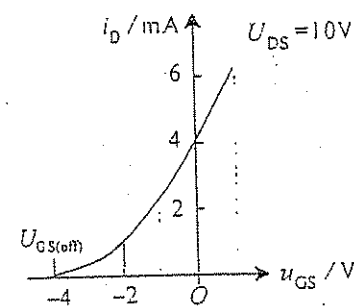


图1

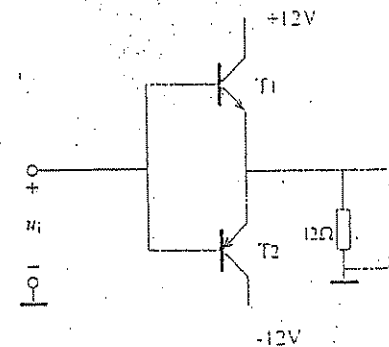


图2

4. 若某直接耦合放大电路的电压放大倍数为 1000，输出最大不失真的幅值为 5V，上限截止频率 $f_H = 20\text{kHz}$ 。当输入频率 30kHz，幅值为 2mV 的正弦信号时，将产生 A 失真；当输入频率 5kHz，幅值为 10mV 的正弦波时，将产生 B 失真。(A. 线性 B. 非线性 C. 交越失真)

5. 某电路幅频特性如图3所示，其中频电压放大倍数的相位为 -180° ，写出其频率特性表达式为：

$$A_u = \frac{-1000 \times j \frac{f}{10^2}}{(1 + j \frac{f}{10^3})(1 + j \frac{f}{10^5})(1 + j \frac{f}{10^6})} = \frac{-10 \times jf}{(1 + j \frac{f}{10^3})(1 + j \frac{f}{10^5})(1 + j \frac{f}{10^6})}$$

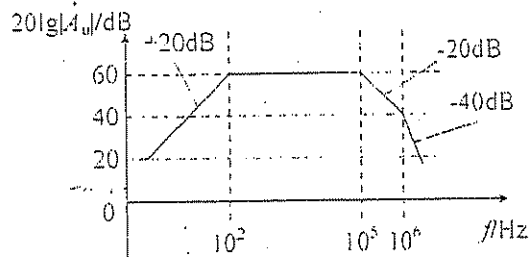


图 3

得分

二、(12分) 电路如图 4 所示, $R_{b11}=20k\Omega$, $R_{b12}=47k\Omega$,

$R_{c1}=4.7k\Omega$, $R_{b2}=300k\Omega$, $R_{e1}=3.3k\Omega$, $R_{e2}=4.7k\Omega$, $R_{c2}=1k\Omega$, $R_L=2k\Omega$,

$\beta_1 = \beta_2 = 100$, $V_{CC}=12V$, $U_{BE1} = -U_{BE2} = 0.7V$, $r_{bb'} = 300\Omega$ 。试求:

1. 各级电路的静态工作点 (包括 I_{CQ1} 和 U_{CEQ1} , I_{CQ2} 和 U_{CEQ2});
2. 画出电路的微变等效电路;
3. 写出电路总电压增益 $A_u = \frac{U_o}{U_i}$ 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的表达式;
4. 假设第一级放大电路未产生失真, 求 U_o 的最大不失真输出幅度;
5. 设输入一正弦信号时, 输出电压波形出现了顶部失真。若原因是第一级的 Q 点不合适, 问第一级产生了什么失真? 如何调节电路参数可以消除失真? 若原因是第二级 Q 点不合适, 问第二级产生了什么失真? 如何调节电路参数可以消除失真? (可调节的参数为 R_{b11} 、 R_{b12} 和 R_{b2})

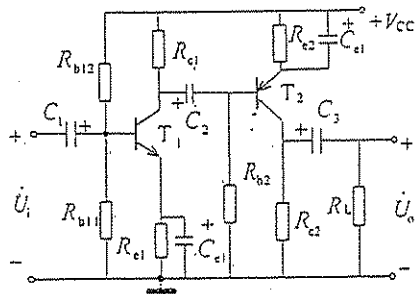


图 4

$$I_{BQ2} = \frac{V_{CC} + U_{BE2}}{R_{b2} + (1 + \beta)R_{e2}} = 14.6\mu A$$

$$I_{CQ2} = \beta I_{BQ2} = 1.46mA$$

$$U_{CEQ2} = -(V_{CC} - I_{CQ2}(R_{c2} + R_{e2})) = -3.68V$$

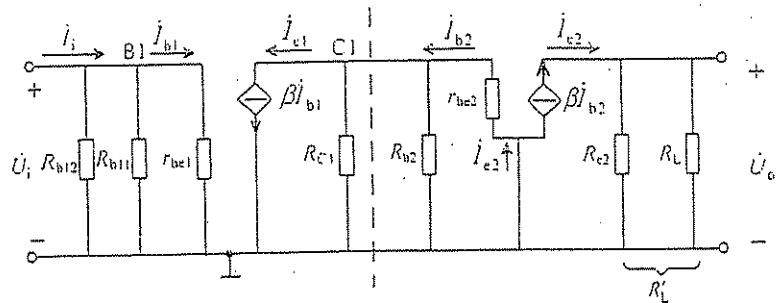
$$V_{CC}' = \frac{R_{b11}}{R_{b11} + R_{b12}} V_{CC} = 3.6V$$

$$R_b' = R_{b11} // R_{b12} = 14k\Omega$$

$$I_{BQ1} = \frac{V_{CC}' - U_{BE1}}{R_b' + (1 + \beta)R_{e1}} = 8.35\mu A$$

$$I_{CQ1} = \beta I_{BQ1} = 0.835mA$$

$$U_{CEQ1} = V_{CC} - I_{CQ1}(R_{c1} + R_{e1}) = 5.32V$$



$$R_i = R_{b11} // R_{b12} // r_{be1}$$

$$R_o = R_{c2}$$

(1) 开路电压法

$$A_{u1} = -\frac{\beta R_{c1}}{r_{be1}}$$

$$A_{u2} = -\frac{\beta(R_{c2} // R_L)}{r_{be2}} \cdot \frac{R_{b2} // r_{be2}}{R_{c1} + R_{b2} // r_{be2}}$$

(2) 输入电阻法

$$A_{u1} = -\frac{\beta(R_{c1} // R_{b2} // r_{be2})}{r_{be1}}$$

$$A_{u2} = -\frac{\beta(R_{c2} // R_L)}{r_{be2}}$$

$$A_u = A_{u1} \cdot A_{u2} = \frac{\beta^2 R_{c1} \cdot (R_{b2} // r_{be2}) \cdot (R_{c2} // R_L)}{r_{be1} \cdot r_{be2} \cdot (R_{c1} + (R_{b2} // r_{be2}))}$$

$$U_{Omax} = \{U_{CEQ2}, I_{CQ2}R_L\} \approx 1V$$

5. 第一级, 饱和失真, 减少 R_{b11} 或增加 R_{b12} 。

第二级, 饱和失真, 增加 R_{b2} 。

得分

三、(4分) 电路如图5所示, 运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性, $K > 0$, $U_{REF} > 0$ 。回答以下问题:

1. 若使运算放大器工作在线性区, 在图中画出 A_1 的同相输入端 "+" 和反相输入端 "-";
2. 求 u_{o1} 和 u_{o2} 的表达式。

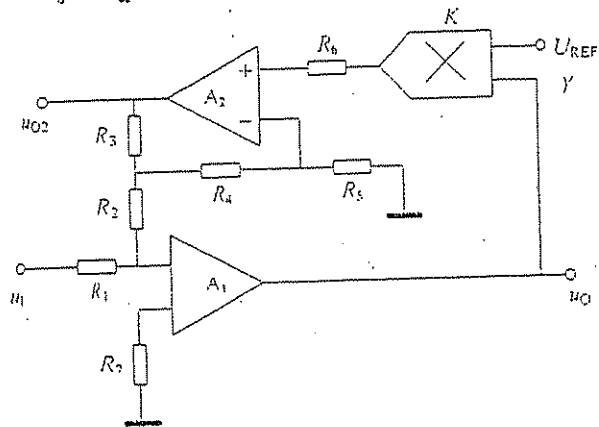


图5

$$u_{A1} = (1 + \frac{R_4}{R_5}) K U_{REF} u_{o1}$$

$$\frac{u_{A1}}{R_2} = \frac{-u_1}{R_1}$$

$$u_{o1} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \frac{u_1}{K U_{REF}}$$

上 "-" 下 "+";

$$u_{o2} = (\frac{-u_1}{R_1} + \frac{-u_1 R_2}{R_1(R_4 + R_5)}) R_3 + \frac{-R_2}{R_1} u_1 = -u_1 (\frac{R_3}{R_1} + \frac{R_2 R_3}{R_1(R_4 + R_5)} + \frac{R_2}{R_1})$$

得分

四、(8分) 简答题。(4分)

1. 判断图6(a)和(b)中电路的极间交流反馈的极性与组态。

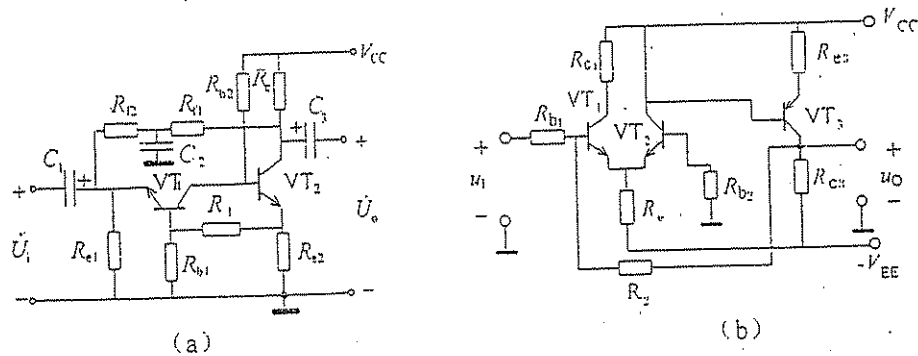


图6

1. (a) 电流串联负反馈; (b) 电压并联负反馈;

2. 判断图7(a)和(b)中电路能否产生正弦波振荡? 如果能产生振荡, 写出振荡频率 $f = ?$, 如果不能振荡, 简要说明原因。(设电路中 C_b 的容量足够大) (4分)

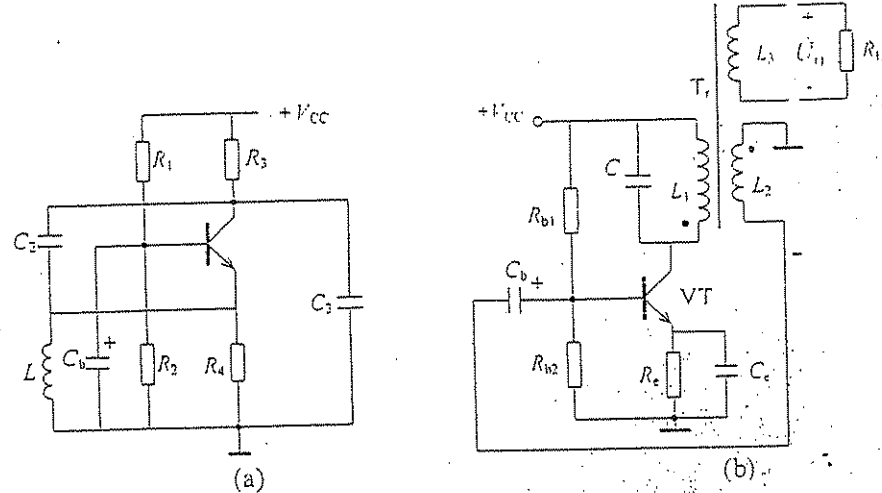


图7

2. (a) 能, $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}}}$
- (b) 能, $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L C}}$

得分

五、(10分) 电路如图8所示, 其中差分放大电路的两个对称管 VT_1 和 VT_2 的 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, $r_{be1} = r_{be2} = r_{be}$ 。回答如下问题:

1. 画出差分放大电路负载开路时差模和共模半边电路的微变等效电路;
2. 当 $u_{i1} = 5mV$, $u_{i2} = 3mV$ 时, 共模输入和差模输入电压分别为多少?
3. 求差分放大电路负载开路时的双端输出差模电压放大倍数 A_{ud} 与单端对地共模电压放大倍数 A_{uc} 的表达式;
4. 指出虚线框内电路的名称, 若虚线框内电路的共模抑制比为 100dB, 其共模放大倍数 $A_{uc1} > 0$, 假设已知差分放大电路晶体管静态电位为 U_C , 求输出电压 u_o 的表达式 (u_o 与 u_{i1} 和 u_{i2} 的关系式)。

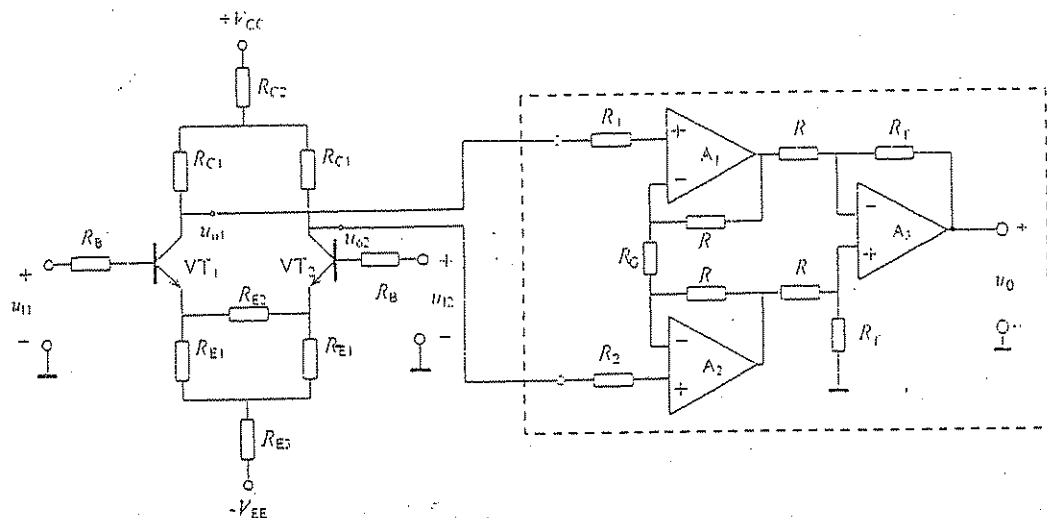
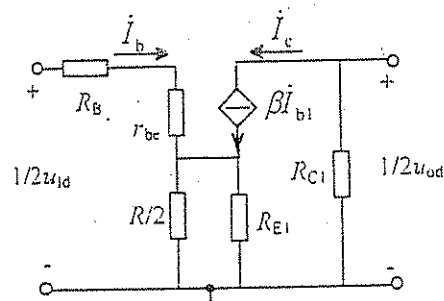
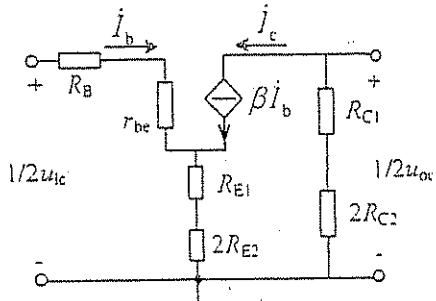


图 8

1. 差模



共模



2. $u_{ic} = \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2} = 4\text{mV}$ $u_{id} = u_{i1} - u_{i2} = 2\text{mV}$

3. 仪用放大器

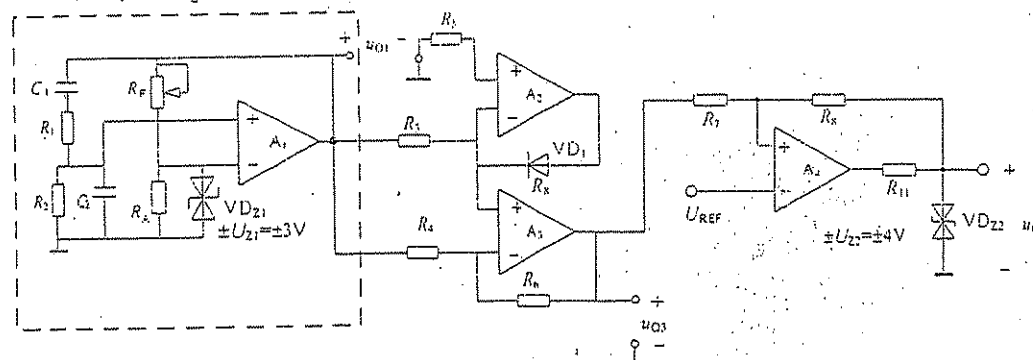
4. $A_{ud} = -\frac{\beta R_{C1}}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)((R/2) // R_{E1})}$ $A_{uc} = -\frac{\beta(R_{C1} + 2R_{C2})}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(2R_{E2} + R_{E1})}$

5. $u_o = -\frac{R_f}{R} \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right) \cdot A_{ud} \cdot (u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2} + U_C) \cdot \left(\frac{R_f}{R} \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)\right) \cdot 10^{-5}$

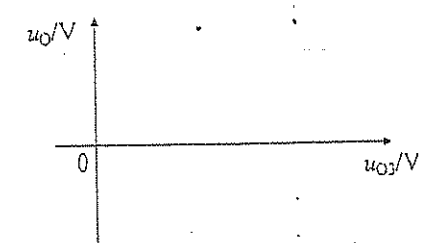
得分

六、(10分) 图 9 (a) 所示电路中集成运放的最大输出电压为 $\pm 14\text{V}$, 稳压管 VD_{21} 的稳压值 $\pm U_{z1} = \pm 3\text{V}$, VD_{22} 的稳压值 $\pm U_{z2} = \pm 4\text{V}$, $R_1 = R_2 = 10\text{k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.1\mu\text{F}$, $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 10\text{k}\Omega$, $R_8 = 20\text{k}\Omega$ 。回答:

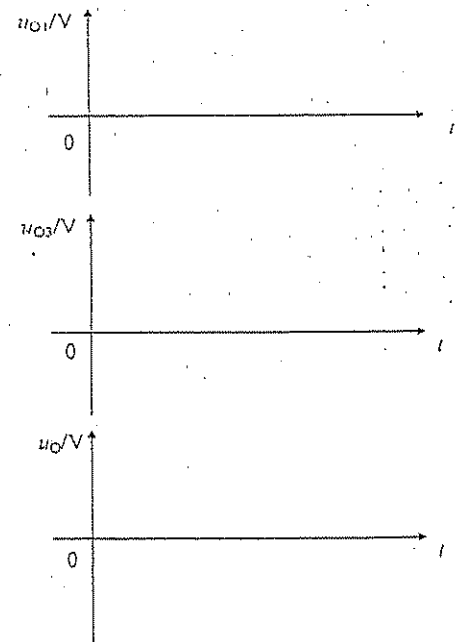
1. 指出虚线框内为何种电路, 输出 u_{O1} 是什么波形?
2. 输出不失真的前提下求 u_{O1} 获得最大输出峰—峰值是多少?
3. 若 $U_{REF} = 2\text{V}$, 在图 9 (b) 中画出 u_O 对 u_{O3} 的传输特性曲线;
4. 在 u_{O1} 获得最大输出峰—峰值的前提下, 在图 9 (c) 中画出 u_{O1} 、 u_{O3} 和 u_O 的波形, 并在图中标明幅值。
5. 求出 u_O 的频率。



(a)



(b)

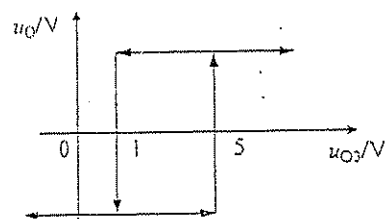


(c)

图 9

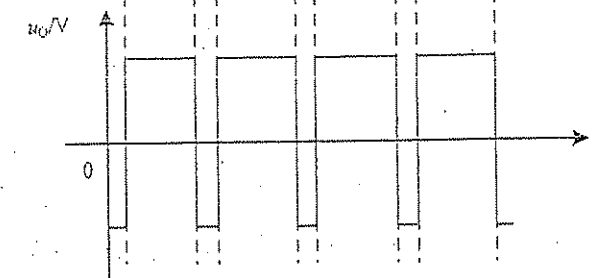
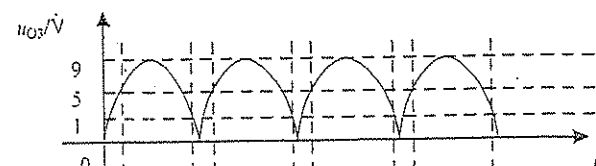
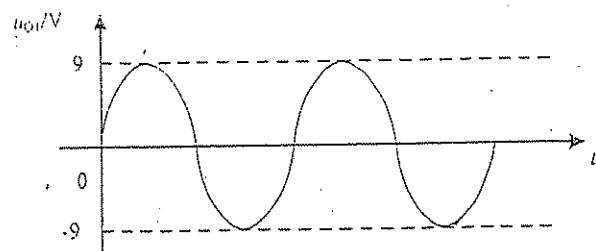
1. RC 文氏桥正弦波振荡电路, 输出正弦波。

2. 18V。



3.

4.



5. $f = \frac{1}{\pi R_1 C_1} = 318.5\text{Hz}$

得分

七、(10分) 电路如图 10 所示, 设 A_1 、 A_2 、 A_3 和 A_4 为理想运算放大器, $u_B < 0$, 且 $U_2 > |u_B|$, R 的数值远大于 R' , 电容上的初始电压 $u_C(t=0) = 0\text{V}$ 。

1. 写出图 10(a)所示电路的名称;
2. 在图 10(c)所示坐标中画出 u_{O1} 、 u_{O2} 的波形, 并标明幅值, 计算 u_{O2} 的振荡周期 T ;
3. 图 10(b)所示电路中, D 为一个 PN 结测温敏感元件, 它在 20°C 时的正向压降为 U_D , 若将 u_A 与 u_B 相连接, 若温度缓慢上升, 请在图 10(d)中定性画出 u_{O2} 的波形。

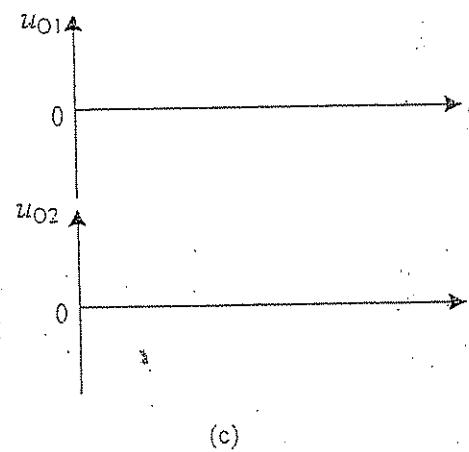
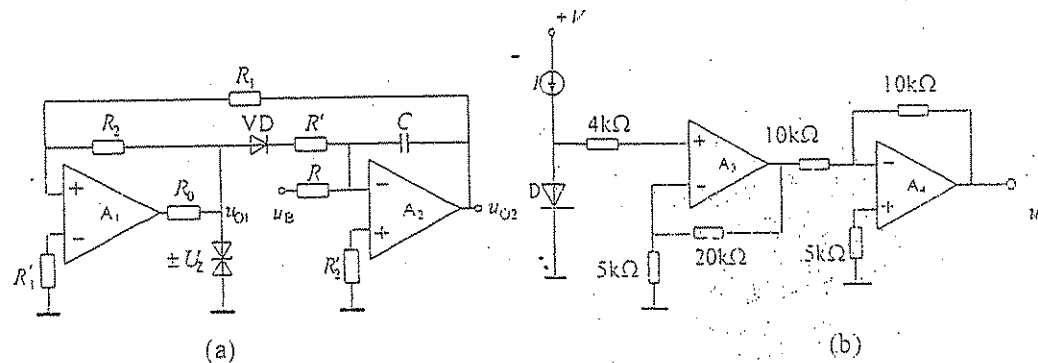
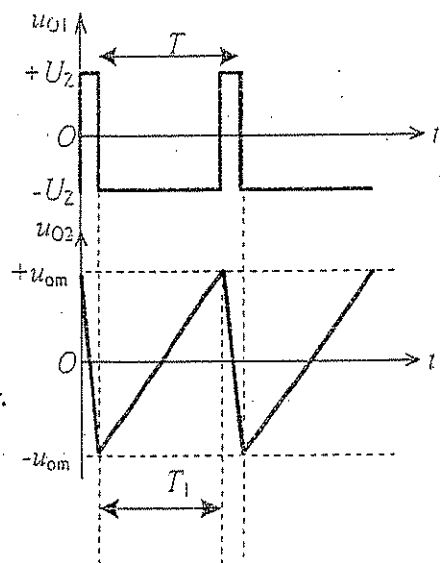


图 10

1. 压控振荡器

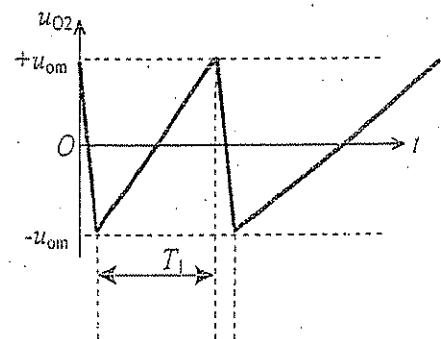
2.



$$\pm U_{om} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z$$

$$T = -\frac{2RR_1C}{R_2} \frac{U_Z}{u_B}$$

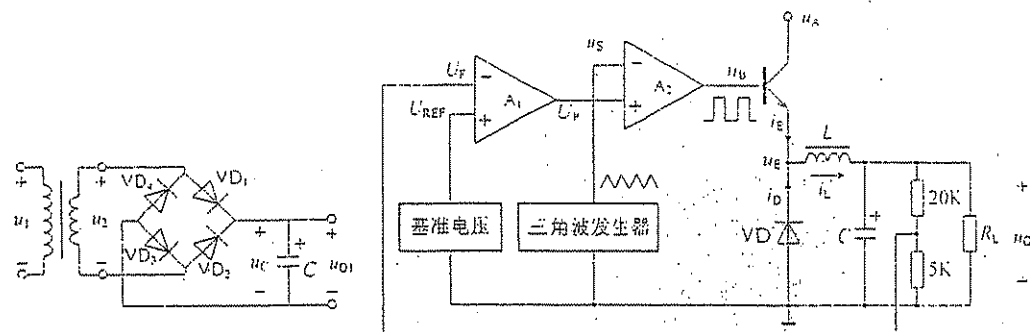
3. 温度上升, u_B 减少, 周期 T 变大。



得分

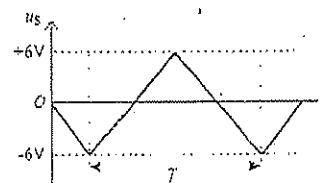
八、(6分) 电路如图 11(b) 所示, 已知 $U_{REF}=1.23V$, 误差放大器 A_1 的差模电压放大倍数为 100, 三角波发生器的输出 u_B 的波形如图 11(c) 所示。

1. 写出图 11(b) 所示电路的名称;
2. 若 u_A 增大, 请分析图 11(b) 所示电路的稳压原理;
3. 若将 u_A 与 u_{O1} 相连接, 已知输出 u_O 的平均值为 +6V, 估算 u_A 的平均值 U_A 和变压器副边 u_2 的有效值 U_2 。



(a)

(b)

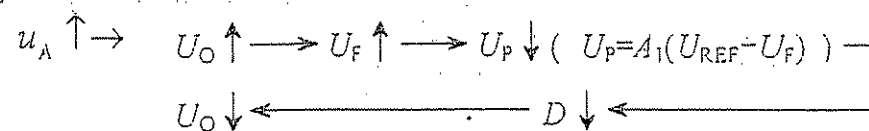


(c)

图 11

1. 串联开关型稳压电源。

2.



3. $D = 75\%$

$$u_A = u_O / D = 8V$$

$$1.2U_2 = 8 \Rightarrow U_2 = 6.67V$$

模拟电子技术试题 (A)

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	平时	总分
分数											
评卷人											

注意行为规范

遵守考场纪律

主管领导审核签字

得分

一、(10分) 填空与选择填空

1. 三种滤波特性中, 幅频特性在通频带最平坦的是_____滤波器。
(A. 切比雪夫; B. 巴特沃斯; C. 贝塞尔)

2. 电路如图1所示, 随着输入信号 u_i 的逐渐增大, 输出信号 u_o 首先出现顶部失真。若失真发生在放大电路的第2级, 则这种失真属于_____ (饱和失真; 截止失真); 为了消除失真, 电阻 R_{b2} 应_____ (调大; 调小)。

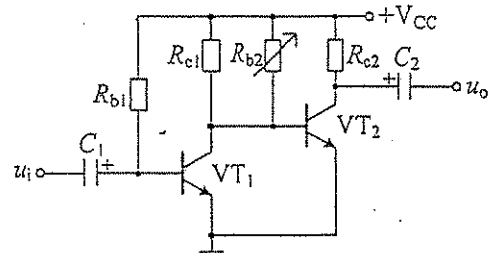


图1

3. 对于同一个输入信号 u_i , 同相比例运算电路中, 运算放大器的共模输入电压为_____; 反相比例运算电路中, 运算放大器的共模输入电压为_____。

4. 图2为桥式整流、电容滤波电路。已知 $R_L=40\Omega$, $C=1000\mu F$, 变压器副边电压 u_2 的有效值 $U_2=20V$ 。根据输出电压 u_o 的平均值 $U_{O(AV)}$ 判断电路可能存在的故障。
 $U_{O(AV)}=28V$ _____; $U_{O(AV)}=18V$ _____; $U_{O(AV)}=9V$ _____。

(A. VD_1 开路且电容 C 开路; B. VD_1 开路; C. 电容 C 开路; D. 负载 R_L 开路)

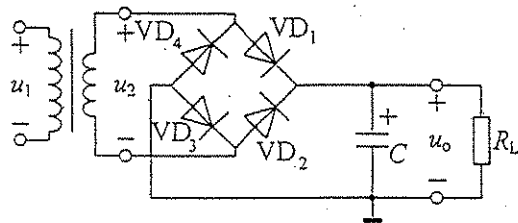


图2

5. 如果希望减小放大电路从信号源索取的电流, 可采用_____ (串联; 并联) 负反馈; 如果希望负载变化时输出电流稳定, 应引入_____ (电压; 电流) 负反馈。

得分

二、(14分) 电路如图3所示, $\beta=100$, $U_{BE}=0.7V$, $r_{bb}=300\Omega$, 电容 C_1 、 C_2 、 C_e 都足够大。

1. 画出该电路的直流通路和微变等效电路;
2. 求电路的静态工作点;
3. 计算电路的中频电压放大倍数、输入电阻和输出电阻。

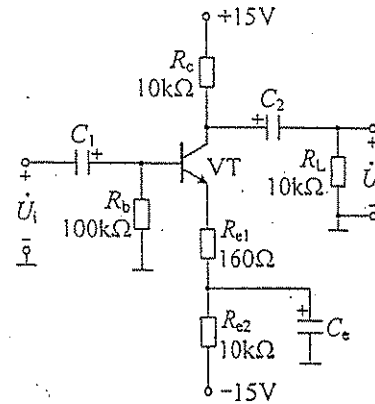


图3

得分

三、(4分)由三端集成稳压器构成的电路如图4所示,求输出电压 U_o 的表达式。

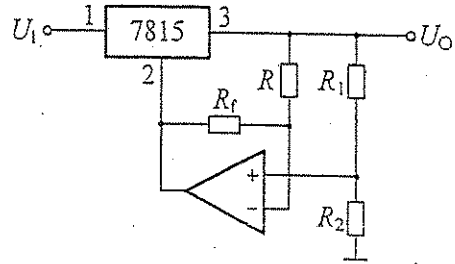


图4

得分

四、(6分)电路如图5所示,晶体管的饱和压降可以忽略($U_{CES} \approx 0V$)。

1. 负载 R_L 上获得的最大输出功率是多少?
2. 电路的电压放大倍数等于多少?

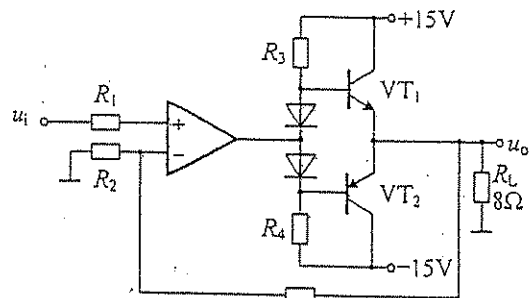
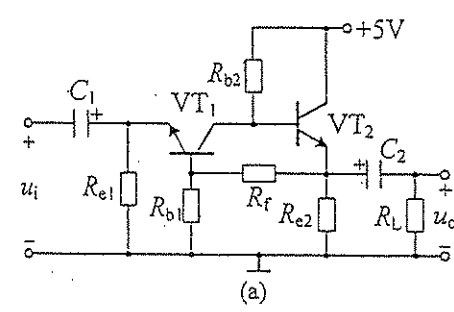


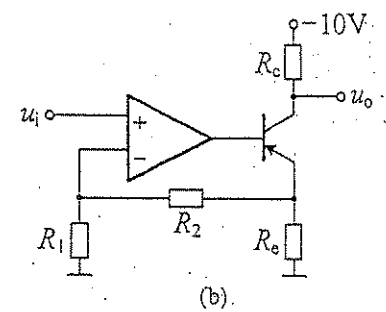
图5

得分

五、(6分)判断图6中电路的级间交流反馈的极性和组态。



(a)

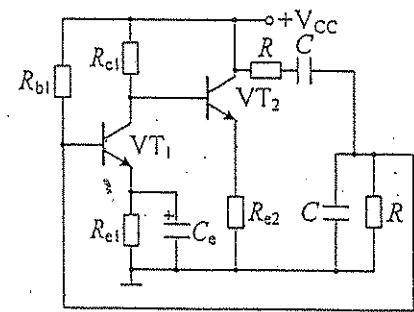


(b)

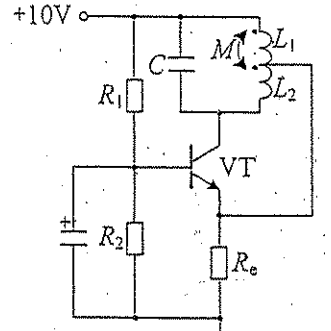
图6

得分

六、(6分)判断图7中电路能否产生正弦波振荡? 要求: 能产生正弦波振荡的, 写出振荡频率; 不能产生正弦波振荡的, 说明其原因。



(a)



(b)

图7

得分

七、(8分) 图8电路中晶体管 VT_1 和 VT_2 的 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, $r_{be1} = r_{be2} = r_{be}$, 电容 C 足够大。

1. 分别画出 VT_2 对应的中频半边差模、半边共模微变等效电路;
2. 求中频时 Δu_i 和 Δu_o 之间的关系式。

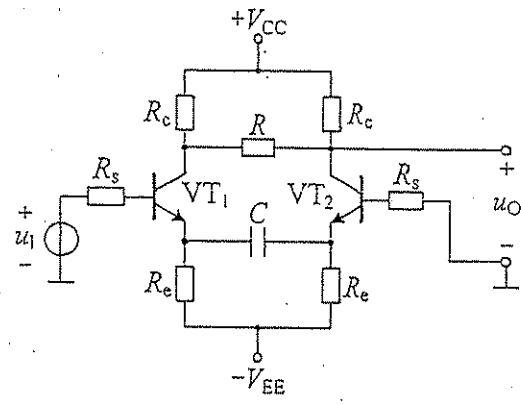


图8

得分

八、(6分) 图9中运放为理想运放, 所有的电阻参数均相等。

1. 写出运放 A_1 、 A_2 输出电压的差 $u_{O1} - u_{O2}$ 与输入信号 u_i 之间的关系式;
2. 写出 u_o 与 u_i 之间的关系式。

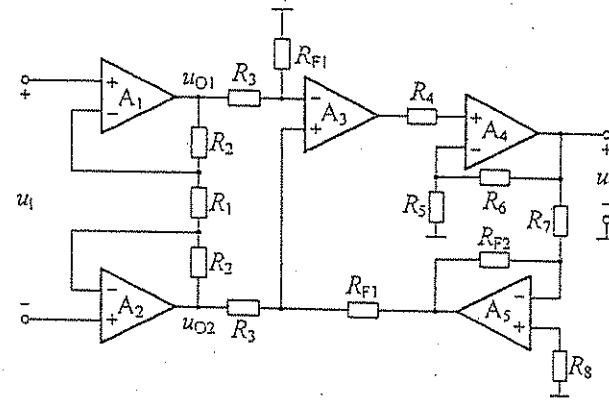


图9

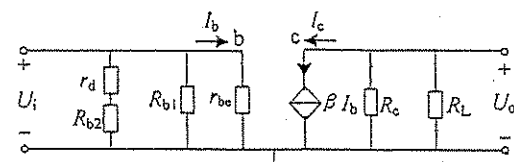
- 1、(a); 2、(a)(c); 3、电压, 并联; 4、1, 2

二、(共 10 分)

$$1、U_B = \frac{V_{CC} - U_D}{R_{b1} + R_{b2}} R_{b2} + U_D = \frac{V_{CC} R_{b2} + U_D R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}}; I_{BQ} = \frac{U_B - U_{BEQ}}{(1 + \beta) R_c}, I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ} (R_c + R_e) \quad (3 \text{ 分})$$

2、



(2 分)

$$3、A_u = -\frac{\beta (R_c \parallel R_L)}{r_{be}}, R_i = r_{be} \parallel R_{b1} \parallel (r_d + R_{b2}), R_o \approx R_c \quad (3 \text{ 分})$$

4、截止失真 (2 分)

三、简答题 (共 15 分)

1、(6 分)

$$U_{omax} \approx V_{CC} = 15V; P_{omax} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = 22.5W; u_{CEmax} \approx 2V_{CC} = 30V$$

2、(4 分)

- (1) 能产生正弦波振荡; (1 分)
 (2) $R_1=2R, R_2=R, R_3=2R$ (3 分)

3、(5 分)

- (1) I——1 阶高通; II——1 阶低通; (2 分)
 (2) 带阻; (1 分)

$$(3) 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_5}{R_4}; \frac{1}{R_3 C_1} > \frac{1}{R_5 C_2} \quad (2 \text{ 分})$$

四、(共 8 分)

- 1、32V; (2 分)
 2、250Ω; (2 分)

$$3、\frac{R_1 + R_2}{R_1} \times 1.25V \leq 25V, R_2 \leq 3.8k\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

- 4、33.75V (2 分)

得分

九、(10 分) 图 10 中, $u_1 > 0$; 当 $u_{O2} = +U_Z$ 时, 晶体管 VT 饱和导通; 当 $u_{O2} = -U_Z$ 时, VT 截止。忽略 VT 的发射结导通压降 U_{BE} 和饱和压降 U_{CES} 。 $R_1 = 2R_2$ 。

- 运放 A_2 构成的电路的名称是什么? 画出 u_{O1} 和 u_{O2} 之间的传输特性曲线。
- 定性画出 u_{O1} 和 u_{O2} 随时间变化的曲线 (假设初始时刻, $u_{O1}(0) = 0, u_{O2}(0) = +U_Z$)。
- 写出 u_{O1} 和 u_{O2} 的频率 f 与输入信号 u_1 的关系式。

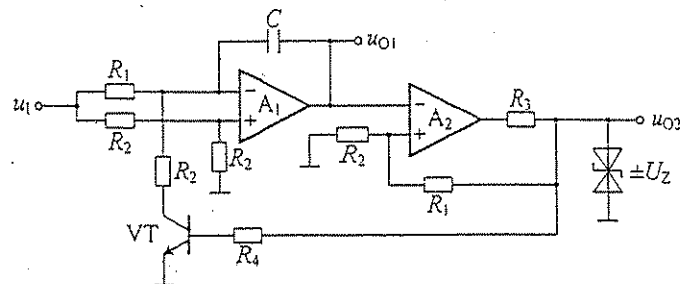


图 10

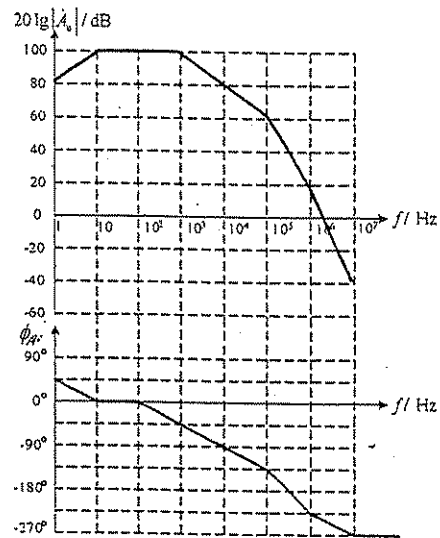
七、(共7分)

$$1. \dot{A}_u = -10^5 \frac{j\frac{f}{10}}{1+j\frac{f}{10}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^3}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^5}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^6}}$$

$\dot{A}_{um} = -10^5$ 、 $f_H = 10^3 \text{Hz}$ 、 $f_L = 10 \text{Hz}$;

(3分)

2、



(2分)

3、会产生自激振荡;

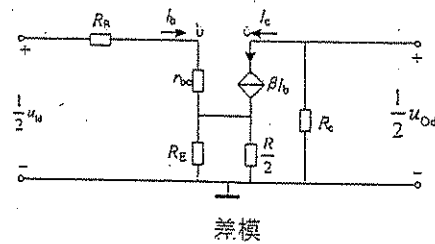
(1分)

4、 $\dot{F} = -0.01$

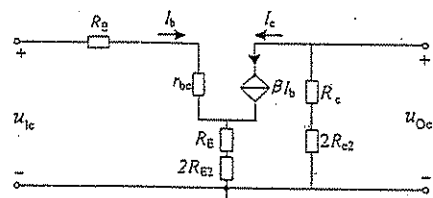
(1分)

五、(共10分)

1、(4分)



差模



共模

$$2. A_{ud} = \frac{\beta R_c}{R_B + r_{be} + (1 + \beta) \left(R_E // \frac{R}{2} \right)}$$

(3分)

3、双端输出, $K_{CMR} = \infty$;

(1分)

单端输出, $A_{uCl} = \frac{\beta(R_c + 2R_{c2})}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E + 2R_{E2})}$, $A_{ucl} = \frac{1}{2} A_{ud}$, $K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud1}}{A_{uCl}} \right|$ (2分)

六、(共6分)

1、仪用放大器;

(2分)

$$2. u_{o1} - u_{o2} = \frac{R_1 + R_2 + R_G}{R_G} u_i$$

(2分)

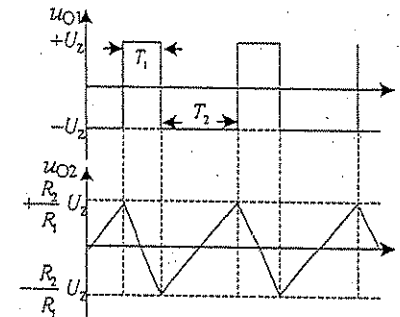
$$3. u_o = -\frac{R_4}{R_3} u_{o1} + \frac{R_6}{R_5 + R_6} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} u_{o2} + \frac{R_5}{R_5 + R_6} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} U_{REF}$$

(2分)

八、(共8分)

(1) $U_{O1} = +U_Z$ 时, $i_C = \frac{U_Z + U_{P1}}{R_{W1}}$, U_{O2} 下降(快)

$U_{O1} = -U_Z$ 时, $i_C = \frac{-U_Z + U_{P1}}{R_{W1}}$, U_{O2} 上升(慢)



(3分)

$$(2) u_{O2M} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z; T_1 = \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z + U_{P1}}, T_2 = \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}}, T = T_1 + T_2$$
 (3分)

(3) R_{W2} 滑动端从下向上滑动, U_{P2} 下降, U_{P1} 随之下降

$$\dot{T} = \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z + U_{P1}} + \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}} = \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}} = \frac{2R_2 R_{W1} C}{R_1} \frac{2U_Z^2}{U_Z^2 - U_{P1}^2}$$

所以 u_{O2} 周期 T 变小、占空比增加

(1分)

(4) R_{W2} 滑动端从下向上滑动, U_{P2} 下降, U_{P3} 随之下降

$$u_{O2} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z + \frac{R_1 + R_2}{R_1} U_{P3}$$

u_{O2} 向下平移

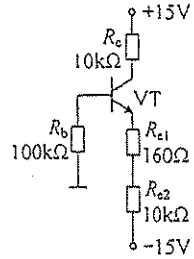
(1分)

一、(10分) 每空1分

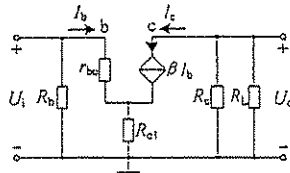
1. B; 2. 截止失真、调小; 3. $u_1, 0$; 4. D、C、A; 5. 串联、电流

二、(14分)

1. 直流通路 (2分)



2. 微变等效电路 (2分)



2. 静态工作点 (3分)

$$I_{BQ} = \frac{15V - U_{BEQ}}{R_b + (1+\beta)(R_{e1} + R_{e2})} \approx 12.7\mu A, I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.27mA, U_{CEQ} = 30V - I_{CQ}(R_c + R_{e1} + R_{e2}) \approx 4.4V$$

3. (7分)

$$r_{be} = r_{bb} + \frac{26mV}{I_{BQ}} \approx 2.35k\Omega \quad (1分) \quad \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta(R_c // R_L)}{r_{be} + (1+\beta)R_{e1}} \approx -27 \quad (2分)$$

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1+\beta)R_{e1}] \approx 15.6k\Omega \quad (2分) \quad R_o = R_c \approx 10k\Omega \quad (2分)$$

三、(4分)

$$u_p = U_o \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1分) \quad u_n = U_o - 15V \cdot \frac{R}{R + R_f} \quad (1分) \quad u_p = u_n \quad (1分) \quad U_o = \frac{15V \cdot R}{R + R_f} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \quad (1分)$$

四、(6分)

$$1. P_{omax} = \frac{U_{om}^2}{2R_L} \approx 14.1W \quad (3分) \quad 2. 1 + \frac{R_3}{R_2} \quad (3分)$$

五、(6分)

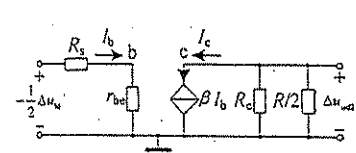
(a) 电压串联负反馈 (3分) (b) 电流串联负反馈 (3分)

六、(6分)

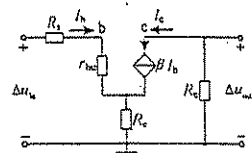
(a) 能振, $f = \frac{1}{2\pi RC}$ (3分) (b) 不能振, 静态时, 因此放大电路部分不能正常工作 (3分)

七、(8分)

1. 半边差模 (2分)



2. 半边共模 (2分)



2.

$$A_{u_{d2}} = \frac{\Delta u_{od2}}{\Delta u_{id}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta u_{od2}}{-\frac{1}{2} \Delta u_{id}} = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\beta(R_c // \frac{R}{2})}{R_s + r_{be}} \right) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\beta(R_c // \frac{R}{2})}{R_s + r_{be}} \quad (1分)$$

$$A_{u_{c2}} = \frac{\Delta u_{oc2}}{\Delta u_{ic}} = -\frac{\beta R_c}{R_s + r_{be} + (1+\beta)R_e} \quad (1分)$$

$$\Delta u_{o2} = \Delta u_{id} A_{u_{d2}} + \Delta u_{ic} A_{u_{c2}} = \frac{\Delta u_{i1}}{2} \cdot \frac{\beta(R_c // \frac{R}{2})}{R_s + r_{be}} - \frac{\Delta u_{i1}}{2} \cdot \frac{\beta R_c}{R_s + r_{be} + (1+\beta)R_e} \quad (2分)$$

八、(6分)

$$1. \frac{u_{O1} - u_{O2}}{R_1 + 2R_2} = \frac{u_1}{R_1}, \quad u_{O1} - u_{O2} = 3u_1 \quad (3分)$$

$$2. u_A = -\frac{R_{F2}}{R_7} u_O = -u_O$$

$$u_{P3} = \frac{R_{F1}}{R_3 + R_{F1}} u_{O2} + \frac{R_3}{R_3 + R_{F1}} u_A = \frac{1}{2} u_{O2} + \frac{1}{2} u_A = \frac{1}{2} u_{O2} - \frac{1}{2} u_O \quad (1分) \quad u_{N3} = \frac{R_{F1}}{R_3 + R_{F1}} u_{O1} = \frac{1}{2} u_{O1} \quad (1分)$$

$$u_O = u_{O2} - u_{O1} = -3u_1 \quad (1分)$$

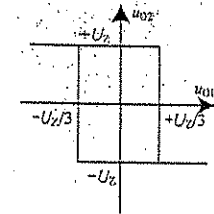
九、(10分)

1. 滞回比较器 (1分)

电压传输特性曲线 (3分)

$$u_{O2} = +U_Z \text{ 时, } u_{P2} = +U_Z \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3} U_Z$$

$$u_{O2} = -U_Z \text{ 时, } u_{P2} = -U_Z \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -\frac{1}{3} U_Z$$



2. (4分)

$$u_{O2} = +U_Z \text{ 时, } i_c = i_{R1} - i_{R2} = \frac{u_1 - \frac{1}{2} u_1}{R_1} - \frac{\frac{1}{2} u_1}{R_2} = -\frac{1}{2} \frac{u_1}{R_1}, \quad u_{O1} \text{ 增加}$$

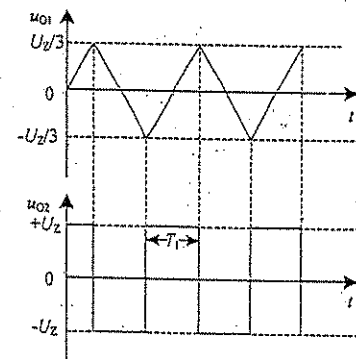
$$u_{O2} = -U_Z \text{ 时, } i_c = i_{R1} = \frac{\frac{1}{2} u_1}{R_1} = \frac{1}{2} \frac{u_1}{R_1}, \quad u_{O1} \text{ 减小}$$

u_{O1} 增加和减小的速度相等。

3. (2分)

$$\frac{1}{3} U_Z - \left(-\frac{1}{3} U_Z\right) = -\frac{1}{C} \int_0^{T_1} -\frac{1}{2} \frac{u_1}{R_1} dt = \frac{u_1}{2R_1 C} T_1$$

$$T_1 = \frac{4U_Z R_1 C}{3u_1}, \quad T = \frac{8U_Z R_1 C}{3u_1}, \quad f = \frac{3u_1}{8U_Z R_1 C}$$



13796658362 小刘复印社

班号	
姓名	

班号: _____ 姓名: _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	平时	总分
分数											
评卷人											

注意行为规范 遵守考场纪律

得分 _____

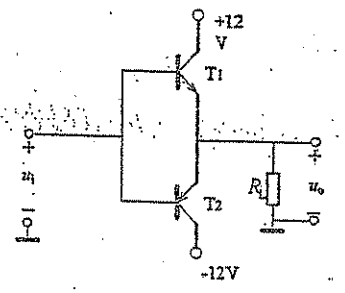
一、(10分) 填空
1. 某电路的电压放大倍数的频率特性表达式为:

$$A_u = \frac{0.3f^2}{(1+j\frac{f}{5})(1+j\frac{f}{10^2})(1+j\frac{f}{10^5})}$$

两高通一低通
 $0.3f^2 = A_{um} \times (\frac{f}{5}) \times (\frac{f}{10})$

该电路的中频电压放大倍数 A_{um} 为 -150。

2. 乙类互补推挽功率放大电路如图 1 所示, $R_L = 16\Omega$, 在忽略晶体管的饱和压降的情况下, 最大输出功率为 4.5 W, 要求功率管的额定功耗至少应为 0.9 W。



$$P_{om} = \frac{V_{ce}^2}{2R_L} = \frac{12^2}{2 \times 16} = 4.5W$$

$$P_{CM} = 0.2 P_{om}$$

图 1

3. 说明图 2(a)、(b)属于哪种类型的滤波电路, 图(a)为 (一阶)高通滤波器; 图(b)为 (一阶)低通滤波器。

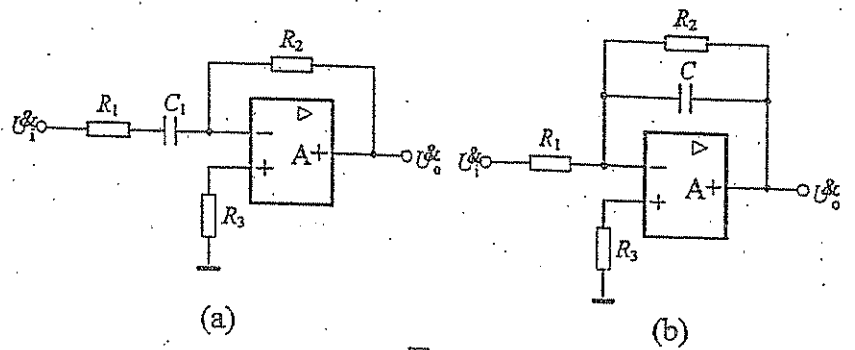


图 2

4. 在放大电路中, 为稳定输出电压和增加输入电阻, 应引入 电压串联负反馈。

主管领导审核签字

5. 在有源滤波器中, 运放工作在 线性 区; 在滞回比较器中, 运放工作在 非线性 区。
6. 电路如图 3 所示, 已知变压器输出电压的有效值 $U_2=10V$, 若不接入 $C_1、C_2$, 并且 $D_1 \sim D_4$ 中有一个开路, 则 $U_{O(AV)} = \underline{4.5V}$ 。在接入 $C_1、C_2$ 后, 二极管的导电角 θ 减小 (增加、减小、不变)。

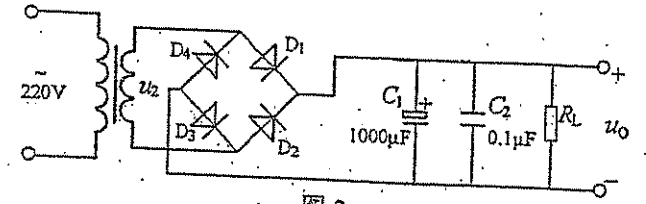


图 3

得分 _____

二、(12分) 电路如图 4 所示, 设 $V_{CC}=12V$, $R_b=400k\Omega$, $R_{C1}=2k\Omega$, $\beta=50$, $R_{C2}=2k\Omega$, $R_L=2k\Omega$, $U_{BE}=0.7V$, $r_{bb}=300\Omega$, 电容 $C_1、C_2、C_3$ 都足够大。试求:

1. 画出该电路的直流通路、交流通路和微变等效电路;
2. 求电路的静态工作点;
3. 计算电路的中频电压放大倍数;
4. 定性说明 $C_1、C_2、C_3$ 在电路中的作用。

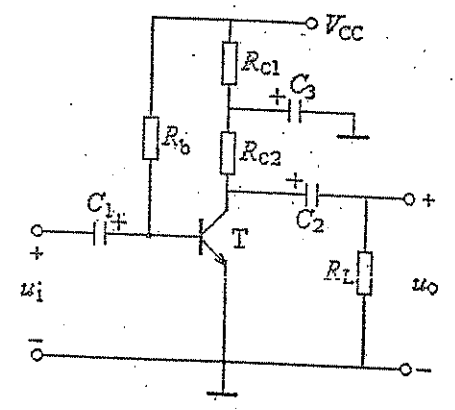


图 4

二、(12分)

1. 电路的直流通路如图 3(a)所示。(1分)
电路的交流通路如图 3(b)所示。(1分)
电路的微变等效电路如图 3(c)所示。(2分)

$$V_{CC} = I_{BQ} \cdot R_b + U_{BE}$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_b} = \frac{12V - 0.7V}{400k} \approx 28.3\mu A \quad (1分)$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1.41mA \quad (1分)$$

$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_{c1} + R_{c2}) = 6.35V$ (1分)

3. $r_{be} = 300\Omega + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 1.24k\Omega$ (1分)

$A_u = -\beta \frac{R_{c2} // R_L}{r_{be}} \approx -40.3$ (1分)

4. C1, C2: 耦合电容, 隔直通交 (2分)

C3: 旁路电容, 旁路掉 RC1, 不改变静态工作点; 减小电压放大倍数、输出电阻。 (1分)

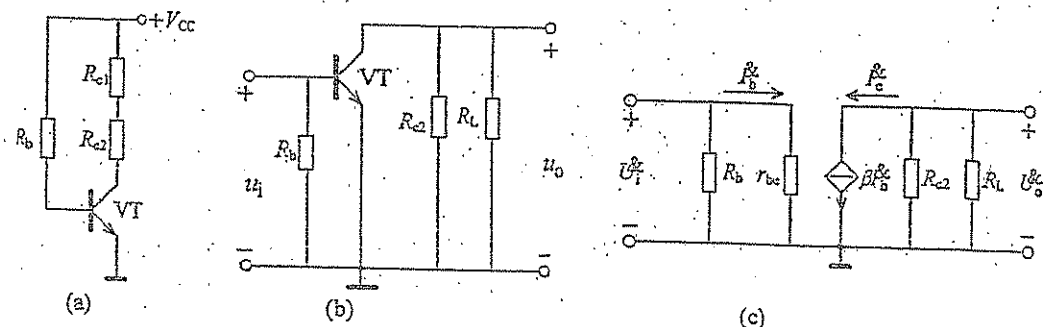


图3

得分

三、(8分) 电路如图5所示, $R_1 = R_2 = R_4 = 20k\Omega$, $R_3 = R_6 = 10k\Omega$, $R_5 = 10k\Omega$, $R_7 = 2k\Omega$, $C = 0.1\mu$, $U_Z = \pm 5V$, 电容上初始电荷为零。

1. 指出虚线框内电路的名称; 并求其差模电压放大倍数 $A_{ud} = \frac{u_{o3}}{u_{i1} - u_{i2}}$
2. 写出 u_o 的表达式;
3. 当 $u_{i2} = 5V$, $u_{i1} = 4.9V$ 时, 共模输入和差模输入电压分别为多少? 画出 u_o 的波形图, 须注明物理量的单位和数值。

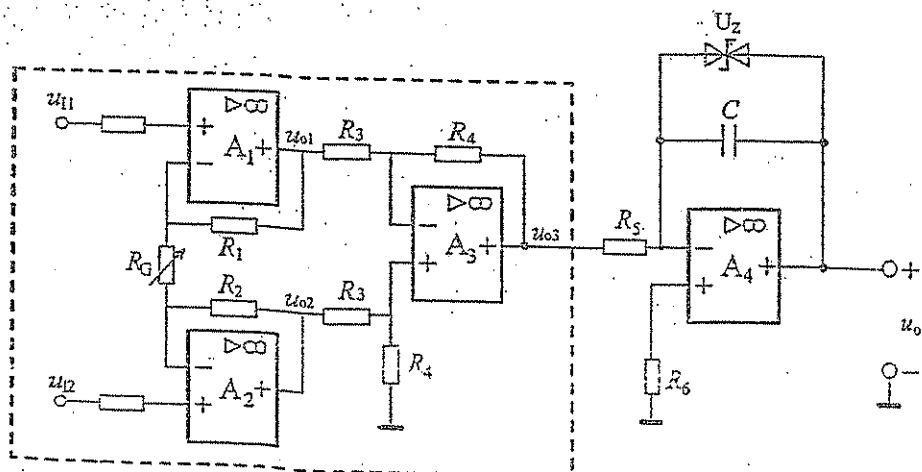


图5

得分

四、(7分) 简答题

1. 电路如图6所示, 说明反馈的极性和组态。(3分)

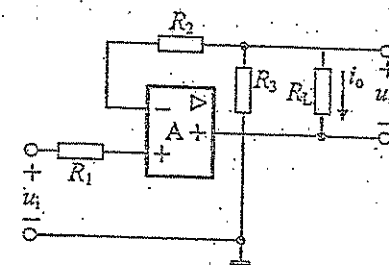
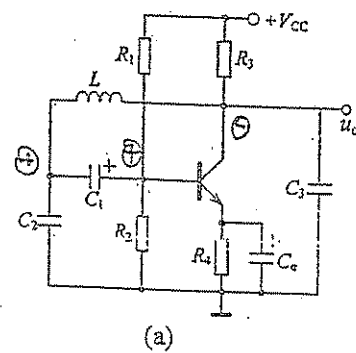
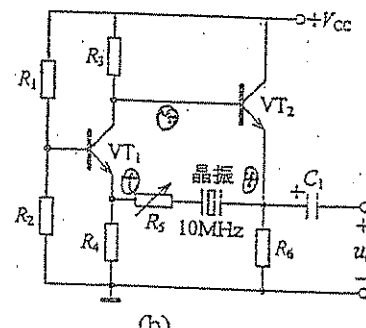


图6

- 2.2. 判断图7(a)、(b)电路能否产生振荡? 如果能产生振荡, 写出振荡频率 $f = ?$ (设电路中 C_1 、 C_2 的容量足够大) (4分)



(a)



(b)

图7

四、(7分)

1 电流串联负反馈 (3分)

2 (a) 能 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{C_2 \cdot C_3}{C_2 + C_3}}}$ (2分) (b) 能 $f = 10\text{MHz}$ (2分)

得分

五、(6分)在图8所示的电路中,完成下列各项:

1. 写出图中虚线框电路名称;
2. 将电路连接完整,并标注运算放大器的极性,使其成为正弦波振荡电路;

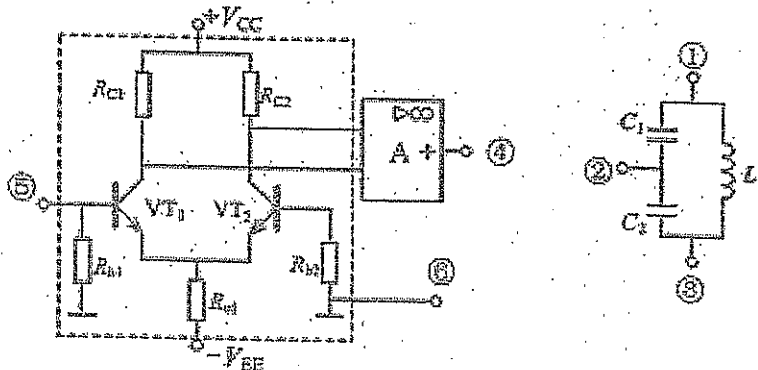


图8

1. 差分放大电路 (2分)

2. (1)若运放上正下负: 4种接法 ①-④, ②-⑤, ③-⑥; 或①-⑤, ②-④, ③-⑥; 或①-⑥, ②-④, ③-⑤; 或①-⑥, ②-⑤, ③-④。

(2)若运放上负下正: 2种接法 ②-⑥, ①-④, ③-⑤; 或②-⑥, ①-⑤, ③-④。(4分)

得分

六、(4分)电路如图9所示,运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性, $K > 0$ 。

- (1) 若使运算放大器工作在线性区 U_{REF} 应满足什么条件?
- (2) 求 u_o 的表达式。

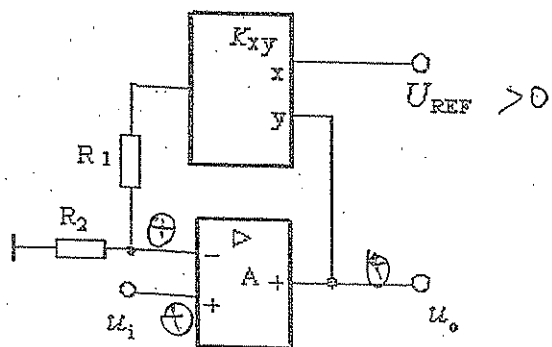


图9

六、(4分)

1. $U_{REF} > 0$ (2分)

2. $u_o = (1 + \frac{R_1}{R_2}) \frac{u_1}{KU_{REF}}$ (2分)

得分

七、(8分)图10所示电路中,VT1, VT2, VT3的放大倍数均为 β , 图中各电阻阻值及 V_{CC} 为已知, $U_{BE1} = U_{BE2} = U_{BE3} = U_{BE}$, 已知 $r_{be1}, r_{be2}, r_{be3}$ 。完成下列各问:

- (1) 写出第一级差动放大电路的差模放大倍数 A_{ud1} 和 A_{uc} 的表达式;
- (2) 写出差模输入电阻 R_{id} 的表达式;
- (3) 写出 u_o 和 u_1 关系的表达式。

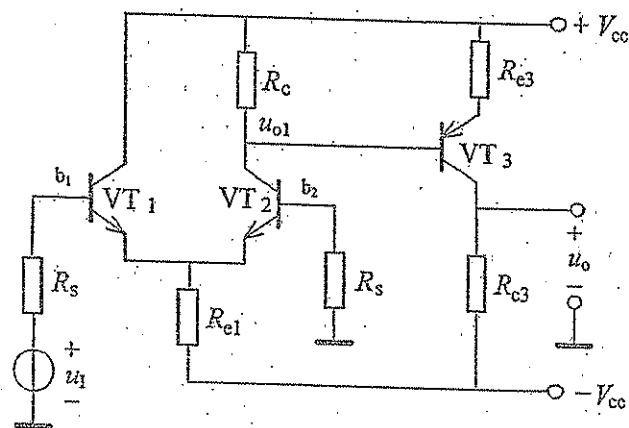


图10

七、(8分)

(1) $A_{ud1} = \frac{1}{2} \frac{\beta R_c}{R_s + r_{be2}} = \frac{1}{2} \frac{\beta (R_c // R_{i3})}{R_s + r_{be2}}$ (2分)

$r_{i3} = r_{be3} + (1 + \beta) R_{e3}$

$A_{uc} = -\frac{\beta (R_c // R_{i3})}{R_s + r_{be2} + 2(1 + \beta) R_{e1}}$ (2分)

(2) $R_{id} = 2(R_s + r_{be1})$ (2分)

(3) $A_{u2} = -\frac{\beta R_{c3}}{r_{be3} + (1 + \beta) R_{e3}}$

$u_o = u_{id1} A_{ud1} A_{u2} + u_{ic} A_{uc} A_{u2} = u_1 A_{ud1} A_{u2} + \frac{u_1}{2} A_{uc} A_{u2}$ (2分)

得分

八、(10分) 图 11 所示电路为波形发生电路。设集成运放的最大输出电压为 $\pm 14V$, 稳压管的 $U_z = \pm 12V$, 控制信号电压 U_c 的值在 u_{o1} 的两个峰值之间变化。 $R_1 = R_3 = 15k\Omega$, $R_4 = 30k\Omega$, $R_7 = R_8 = 10k\Omega$, $R_{10} = 25k\Omega$, $R_{11} = R_{12} = 50k\Omega$, $C = 0.1\mu F$ 。

$R_{11} = R_{12} = 50k\Omega$, $C = 0.1\mu F$ 。

- (1) 说明电路中 A_2 、 A_3 、 A_4 属于集成运放的哪一种应用?
- (2) 求 U_{o1} 的周期 T 和幅值。
- (3) 设 $U_c = 2.5V$, 画出 u_{o1} 、 u_{o2} 、 u_{o3} 的波形, 须注明物理量的单位和数值。

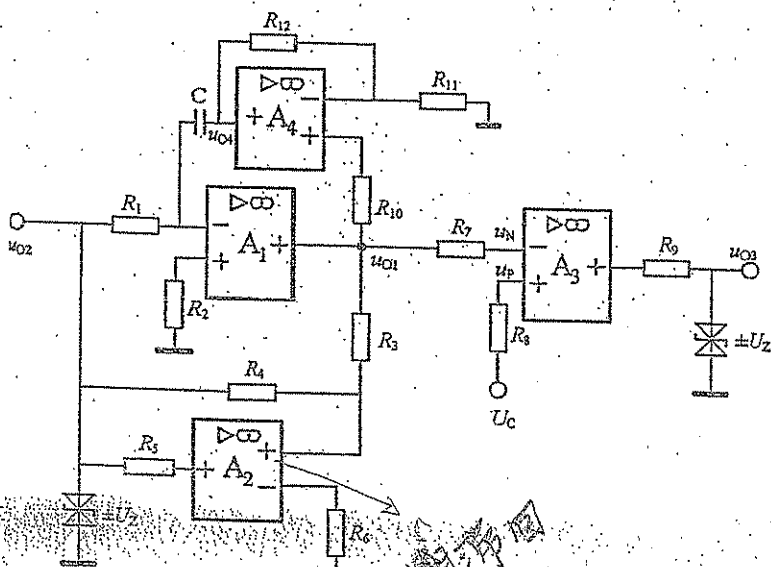


图 11

方波三角波发生电路

1. A_2 构成滞回比较器、 A_3 构成单限比较器、 A_4 构成同相比例运算器。(3分)

$$u_{2P} = \frac{R_4 u_{o1} \pm R_3 U_z}{R_3 + R_4} \pm \frac{R_3 U_z}{R_3 + R_4}$$

$$\pm u_{o1m} = \pm \frac{R_3}{R_4} U_z = \pm 6V \quad (2分)$$

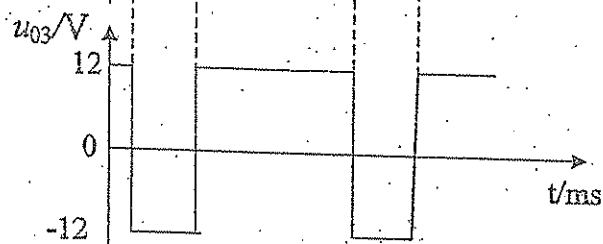
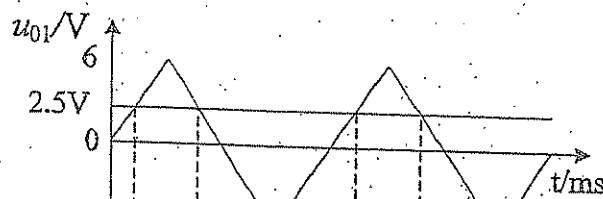
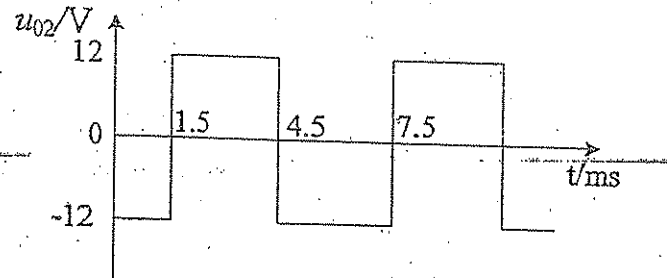
$$u_{o1} = \frac{1}{2} u_{o4} = -\frac{1}{2} \frac{1}{R_1 C} \int u_{o2} dt$$

$$\frac{1}{2} \frac{1}{R_1 C} \int_0^T U_z dt = -2u_{om} = -2 \frac{R_3}{R_4} U_z$$

$$T = 2T_1 = 8 * \frac{R_3 R_1 C}{R_4} = 6ms \quad (2分)$$

$$u_{o4} = (1 + \frac{R_{12}}{R_{11}}) u_{o1}$$

$$u_{o1} = \frac{1}{2} u_{o4}$$



得分

九 (5分) 图 12 为串联稳压电路的原理框图, 设 $R_1 = R_2 = 10k\Omega$, $R_w = 5k\Omega$ 。

- (1) 若 $U_{REF} = 5V$, 求输出电压 U_o 的变化范围?
- (2) 在上题条件下, 当 $I_o = 1A$ 时, 三极管 VT 的饱和压降 $U_{CES} = 3V$ 。为使 U_o 稳定在最大值, 要求 U_1 至少应为多高?
- (3) 这种稳压电路效率较低, 你认为电路自身的功耗主要损失在哪个元件上?

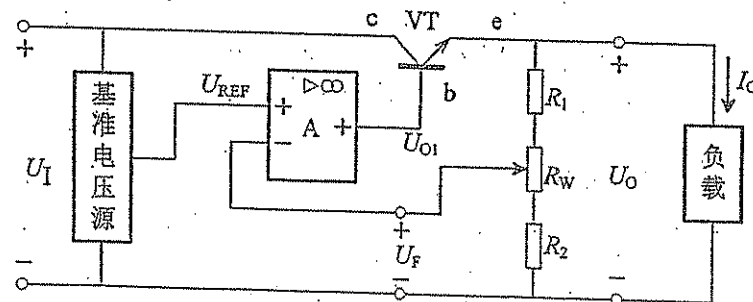


图 12

$$(1) \frac{U_{REF}}{R_2} = \frac{U_{Omax}}{R_2 + R_W + R_1} \Rightarrow U_{Omax} = 12.5V$$

$$\frac{U_{REF}}{R_2 + R_W} = \frac{U_{Omin}}{R_2 + R_W + R_1} \Rightarrow U_{Omin} = \frac{25}{3}V$$

U_O 的变化范围 $\frac{25}{3}V$: 12.5V (2分)

$$(2) U_I > U_{CES} + U_O \Rightarrow U_I > 15.5V \quad (2分)$$

(3) VT (1分)

模拟电子技术基础 试题 (A)

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
分数									

得分

一、选择与填空 (6分)

1、图 1-1 中, 电路_____中的晶体管能够取得合适的静态工作点。(可以多选)

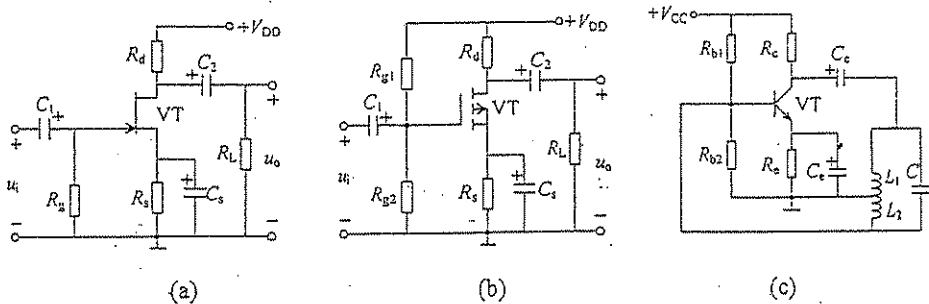


图 1-1

2、图 1-2 中, 电路_____适合作为一阶有源低通滤波器。(可以多选)

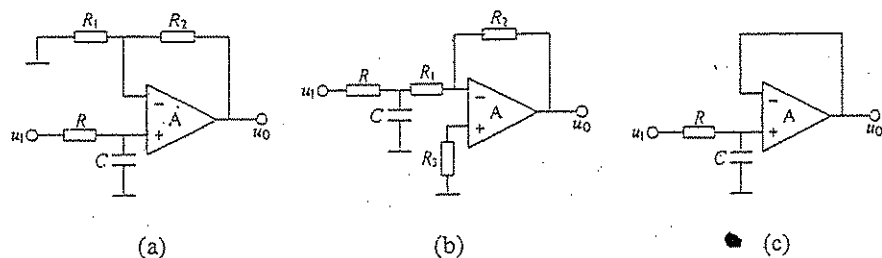


图 1-2

3、负反馈能改善放大电路的性能, 为了稳定输出电压, 应采用_____型负反馈; 如果输入为电流源信号, 宜采用_____型负反馈。

4、考察滞回比较器和窗口比较器的电压传输特性曲线, 当输入电压单调变化时, 滞回比较器的输出电平变化_____次, 窗口比较器的输出电平变化_____次。

得分

二、基本放大电路如图 2 所示。静态时晶体管发射结导通压降为 U_{BEQ} , 二极管 VD 的正向导通压降为 U_D ; 动态时晶体管输入电阻为 r_{be} , 二极管动态电阻为 r_d 。

- 1、计算静态工作点 I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 U_{CEQ} , 写出表达式;
- 2、画出微变等效电路;
- 3、写出中频电压放大倍数 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 的表达式;
- 4、若观察到输出电压出现了顶部失真, 试判断失真类型。(10分)

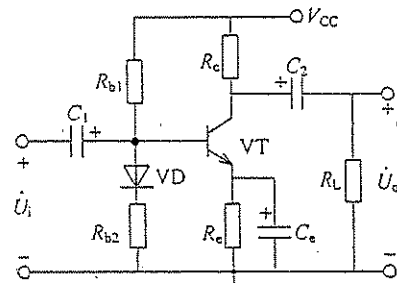


图 2

注意行为规范

遵守考场纪律

主管领导审核签字

得分	三、简答题 (共 15 分)
----	----------------

1、功率放大电路如图 3-1 所示, 其中 $V_{CC}=15V$, $R_L=10\Omega$ 。试估算输出电压最大幅度 U_{omax} 、输出功率最大值 P_{omax} 、功率管 VT_1 或 VT_2 所承受的最大管

压降 U_{CEmax} 。

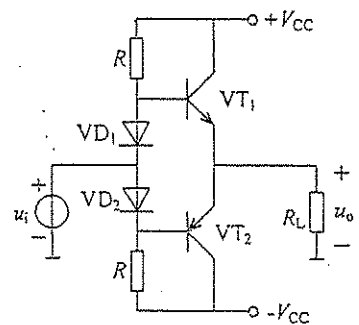


图 3-1

2、电路如图 3-2 所示, R 、 C 为已知参数。

(1) 从相位平衡条件判断, 该电路能否产生正弦波振荡? 若不能, 如何修改电路使之产生正弦波振荡?

(2) 若要该电路 (或改正后的电路) 产生的正弦波频率为 $\frac{1}{2\pi RC}$, R_1 、 R_2 、 R_3 应该分别为多大?

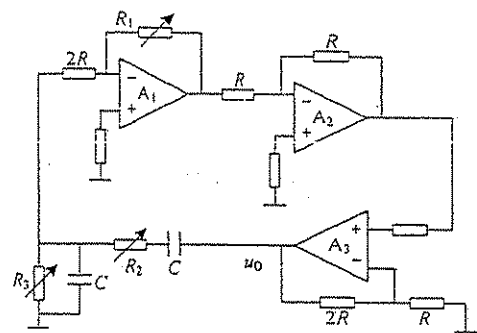


图 3-2

3、电路如图 3-3 所示, 试回答以下问题:

- (1) 虚线框 I、II 中电路分别实现何种滤波特性?
- (2) 从电路结构来看, 图 3-3 电路整体能够实现哪种滤波特性?
- (3) 要实现上述滤波特性, 对电路参数有何要求? (要求通带放大倍数幅值相等)

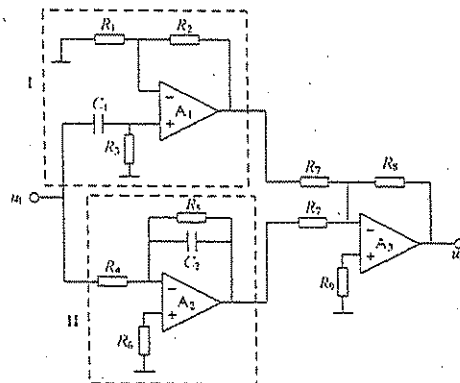


图 3-3

得分	四、稳压电路如图 4 所示, 已知输入电压 $U_1=35V$, CW317 调整端电流可忽略不计, 输出端与调整端之间的电压 $U_{21}=1.25V$ 。要求引脚 2 的输出电流大于 $5mA$ 、输入端与输出端之间的电压 U_{32} 的范围为 $3V\sim 40V$ 。
----	--

- 1、根据 U_1 确定作为该电路性能指标的输出电压的最大值;
- 2、求解 R_1 的最大值;
- 3、若 $R_1=200\Omega$, 输出电压最大值为 $25V$, 则 R_2 的取值最大为多少?
- 4、该电路中 CW317 输入端与输出端之间承受的最大电压为多少? (8 分)

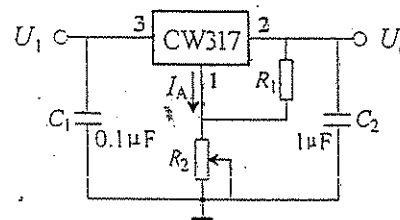


图 4

得分

五、图 5 所示为差分放大电路，晶体管电流放大倍数均为 β ，动态输入电阻均为 r_{be} 。

- 1、分别画出差模、共模半边微变等效电路；
- 2、求差模电压放大倍数 $A_{ud} = \frac{u_o}{u_{i1} - u_{i2}}$ ；
- 3、求单端输出和双端输出时的共模抑制比 K_{CMR} 。(10分)

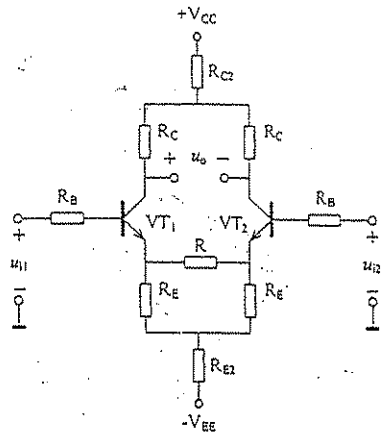


图 5

得分

六、电路如图 6 所示。

- 1、指出电路的名称；
- 2、写出 u_{o1} 、 u_{o2} 与 u_i 之间的关系表达式；
- 3、写出 u_o 与 u_{o1} 、 u_{o2} 和 U_{REF} 之间的关系表达式。(6分)

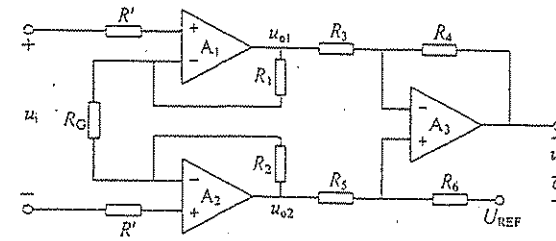


图 6

得分

七、某放大电路的电压放大倍数的频率特性表达式为

$$\dot{A}_u = \frac{-10^4 jf}{(1+j\frac{f}{10})(1+j\frac{f}{10^3})(1+j\frac{f}{10^5})(1+j\frac{f}{10^6})}$$

- 1、求中频电压放大倍数 \dot{A}_{um} 、上限截止频率 f_H 、下限截止频率 f_L ;
- 2、在图 7 所示对数坐标中画出 \dot{A}_u 的幅频特性波特图, 并标明上升和下降的斜率;
- 3、将该放大电路接为负反馈放大电路, 设反馈系数 $\dot{F} = -0.1$, 其中环路增益 $\dot{A}\dot{F}$ 的相频特性波特图如图 7 所示, 请判断该负反馈放大电路是否会产生自激振荡;
- 4、若产生自激, 则求 \dot{F} 应下降到多少才能使电路到达临界稳定状态; 若不产生自激, 则说明有多大的相位裕度。(7 分)

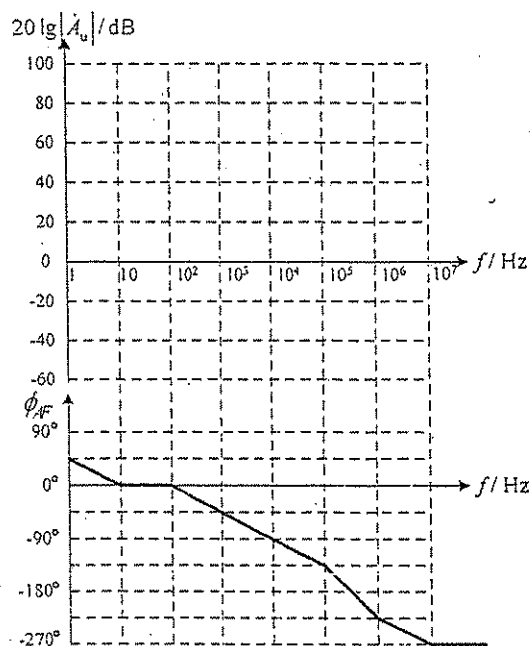
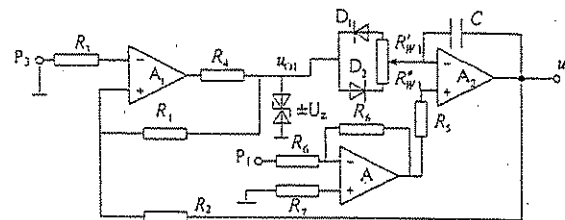


图 7

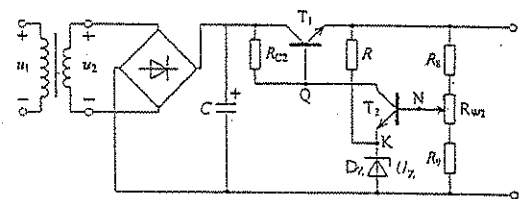
得分

八、压控振荡器电路如图 8(a) 所示, 设 A_1 、 A_2 为理想运算放大器, D_1 、 D_2 为理想二极管, P_1 点输入直流电压 $0 < U_{P1} < U_Z$ 。

- 1、画出 u_{O1} 、 u_{O2} 的波形(初始状态 $u_{O2} = 0$, $u_{O1} = +U_Z$);
- 2、推导 u_{O2} 幅值以及周期 T 的表达式;
- 3、图 8(b) 为一直流稳压电路, 设 P_2 点输出直流电压 $U_{P2} > 0$ 。若 $R_{w1} = R_{w1}'$, 将 P_1 与 P_2 相连接, 待电路稳定后, 缓慢将 R_{w2} 滑动端从下向上滑动, 定性说明输出信号 u_{O2} 会发生什么变化;
- 4、若将 P_1 接地, 而将 P_3 改与 P_2 相连接, 待电路稳定后, 缓慢将 R_{w2} 滑动端从下向上滑动, 定性说明输出信号 u_{O2} 又会发生什么变化。(8 分)



(a)



(b)

图 8

2013 年模拟电子技术试题-1

一、填空 (10 分)

- 集成运算放大器的多级电路之间采用_____耦合方式。
- 场效应管的转移特性曲线如图 1 所示。由图可知该管的 $I_{D0} =$ _____ , $U_{GS(th)}$ = _____。管子的类型是_____。
- 饱和失真和截止失真都属于_____失真。幅度失真和相位失真都属于_____失真。交越失真属于_____失真。
- 功率放大电路如图 2 所示。忽略管子的饱和压降, 负载上可能得到的最大输出功率 $P_{omax} =$ _____, T1 或者 T2 的管耗至少为_____ W。

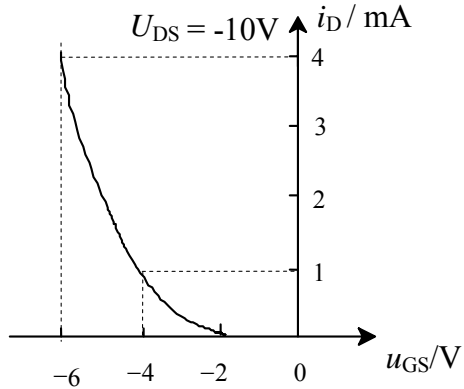


图 1

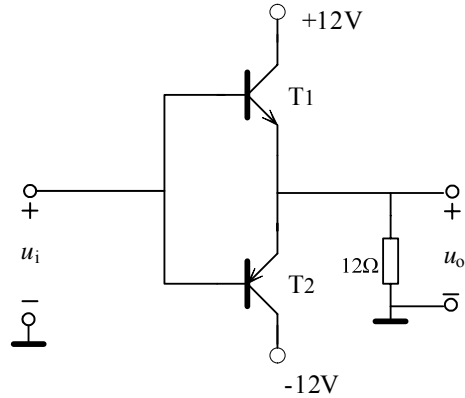
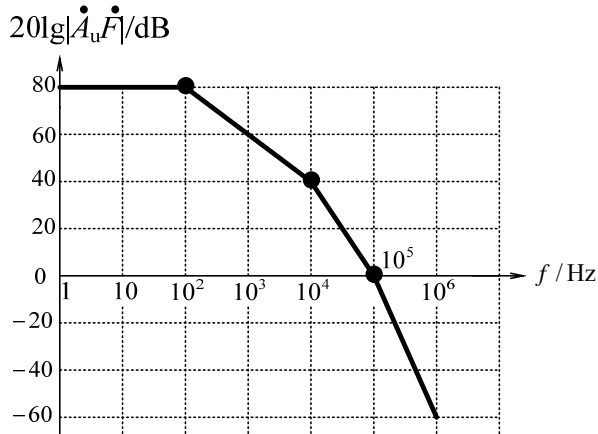


图 2

- 某负反馈放大电路环路增益的幅频特性如图 3 所示, 其中频段环路增益的相位为 -180° , 反馈系数 $\dot{F} = 0.1$, 写出开环电压增益 \dot{A}_u 的频率特性表达式为:

_____。



二、(12分) 电路如图4所示, $R_1=100\text{k}\Omega$, $R_2=200\text{k}\Omega$, $R_3=4\text{k}\Omega$, $R_L=4\text{k}\Omega$, $\beta=100$, $V_{CC}=12\text{V}$, $U_{BE}=0.7\text{V}$, $r_{bb'}=300\Omega$ 。试求:

1. 计算电路的静态工作点;
2. 写出该电路稳定静态工作点的措施;
3. 画出电路的微变等效电路;
4. 计算电压增益 \dot{A}_u 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o ;
5. 求最大不失真输出电压的幅度;
6. 设输入一正弦信号时, 输出电压波形出现了顶部失真, 问产生了什么失真? 如何调节电路参数可以消除失真? (可调节的参数为 R_1 , R_2 和 R_3)

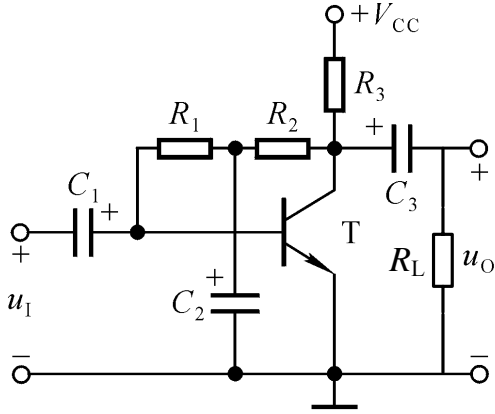


图4

三、(4分) 电路如图 5 所示，运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性， $K > 0$ ， $U_{REF} > 0$ 。回答以下问题：

1. 若使运算放大器工作在线性区，在图中标出 A_1 的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
2. 求 u_o 的表达式。

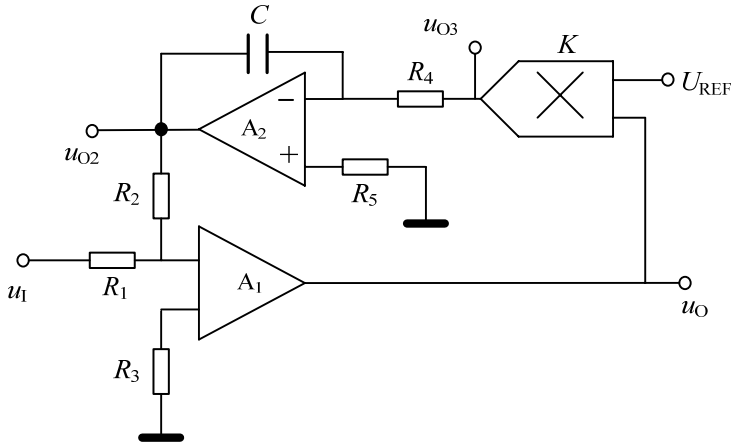


图 5

四、(4分) 开关电容滤波电路如图 6 所示，图中 MOS 电容 C_1 、 C_2 与两个受异相时钟控制的模拟开关构成开关电容。设时钟周期为 T ，求该滤波器的传递函数、通带增益、截止频率，并说明该滤波器是何种类型滤波器？（低通、高通、带通、带阻）

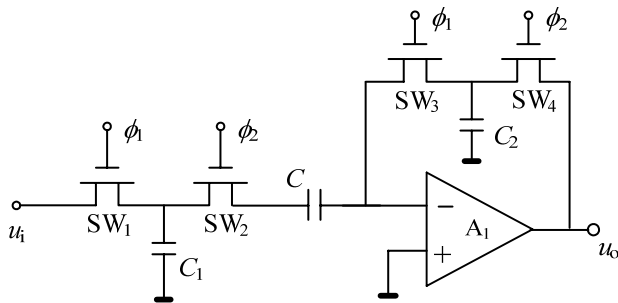


图 6

五、(10分) 简答题。

1. 如图 7 所示放大电路，为了稳定输出电压，减小输入电阻，请问应引入何种交流反馈，并将反馈支路的节点①和②连接到图中③、④、⑤和⑥等合适位置。(2分)

2. 如图 8 所示放大电路，为了稳定输出电流，减小从信号源索取的电流，请问应引入何种交流反馈，并将反馈支路的节点①和②连接到图中合适位置，并将放大电路连接完整。(4分)

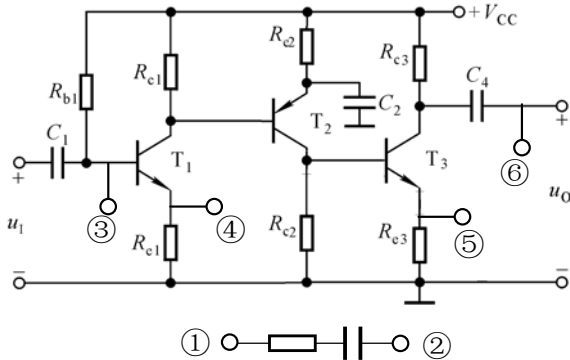


图 7

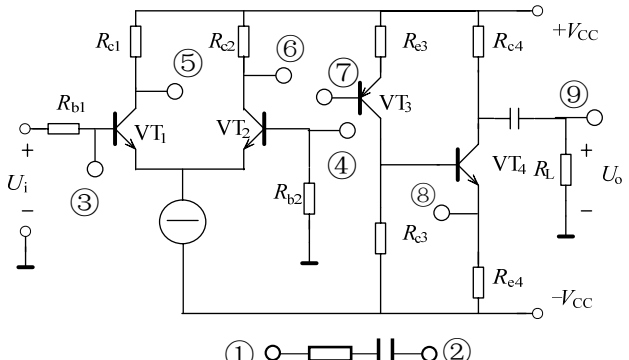


图 8

3. 判断图 9(a)和(b)中电路能否产生正弦波振荡？如果能产生振荡，写出振荡频率 $f=?$ ，如果不能振荡，简要说明原因。(设电路中 C_b 、 C_e 的容量足够大) (4分)

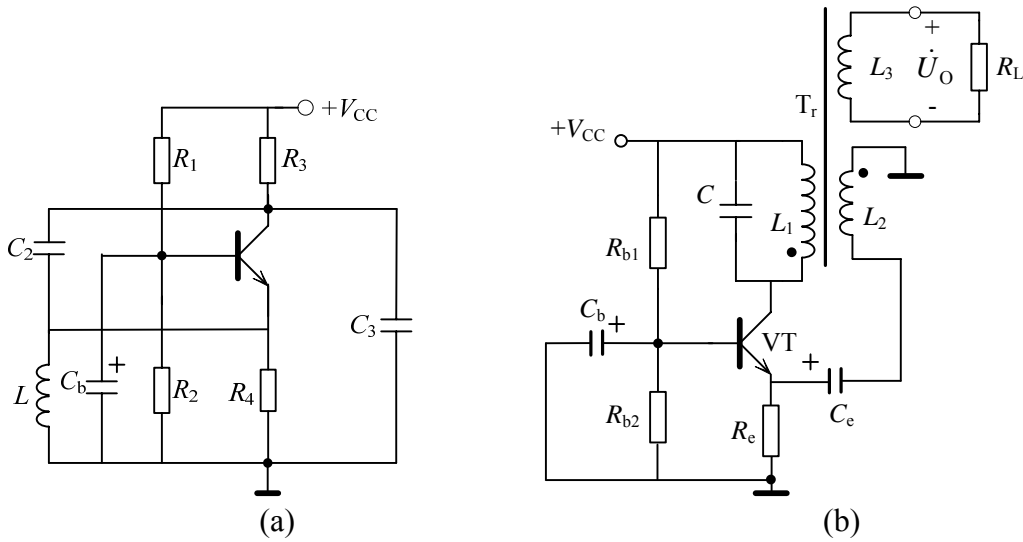


图 9

六、(6分) 电路如图 10 所示, 其中差分放大电路的两个对称管 VT_1 和 VT_2 的 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, $r_{be1} = r_{be2} = r_{be}$, R_w 处于中间位置时。回答如下问题:

1. 画出差分放大电路双端输出差模和单端对地共模半边电路的微变等效电路;
2. 当 $u_{i1} = 6\text{mV}$, $u_{i2} = 4\text{mV}$ 时, 共模输入和差模输入电压分别为多少?
3. 求差分放大电路双端输出差模电压放大倍数 A_{ud} 与单端对地共模电压放大倍数 A_{uc} 的表达式;

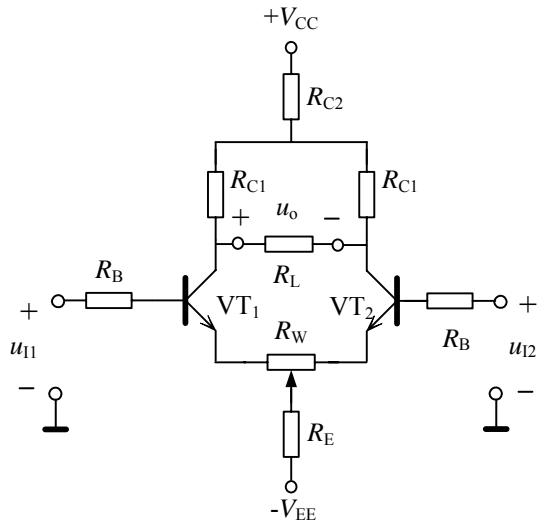
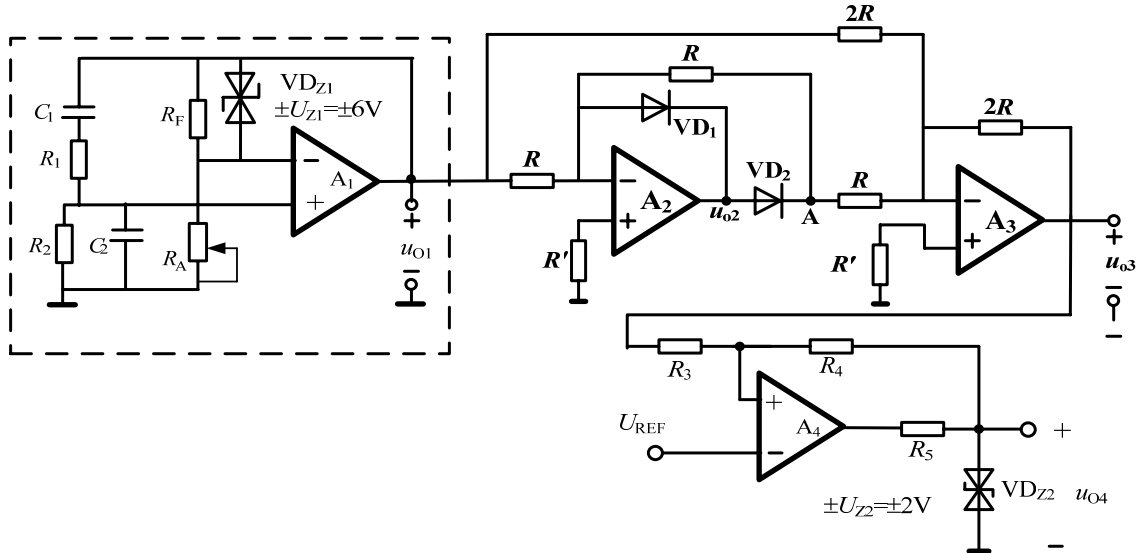


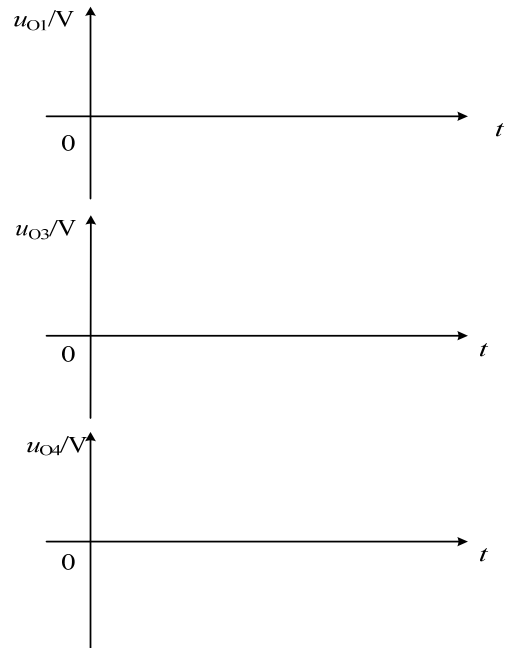
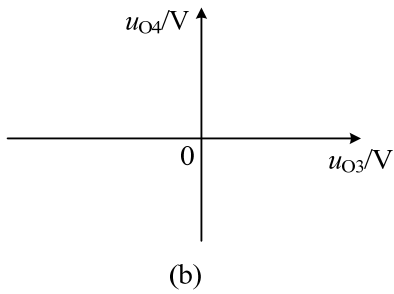
图 10

七、(10分) 图 11 (a) 所示电路中集成运放的最大输出电压为 $\pm 14V$ ，稳压管 VD_{Z1} 的稳压值 $\pm U_{z1} = \pm 6V$ ， VD_{Z2} 的稳压值 $\pm U_{z2} = \pm 2V$ ， $R_1 = R_2 = 10k\Omega$ ， $C_1 = C_2 = 0.1\mu F$ ， $R_3 = R_4 = 10k\Omega$ ， VD_1 、 VD_2 为理想二极管，回答：

1. 指出虚线框内为何种电路，输出 u_{O1} 是什么波形？
2. 输出不失真的前提下求 u_{O1} 获得最大输出峰—峰值是多少？
3. 若 $U_{REF} = -2V$ ，在图 11 (b) 中画出 u_{O4} 对 u_{O3} 的传输特性曲线；
4. 在 u_{O1} 获得最大输出峰—峰值的前提下，在图 11 (c) 中画出 u_{O1} 、 u_{O3} 和 u_{O4} 的波形，并在图中标明幅值，求 u_{O4} 的频率 f 。



(a)



(c)

八、(8分) 电路如图 12 (a) 所示, 设 A_1 和 A_2 为理想运算放大器, VD_1 、 VD_2 、 VD_3 和 VD_4 为理想二极管, R_3 和 R_4 选择合适使得稳压管处于反向击穿区, $9V > u_1 > 0$, $\pm U_{Z1} = \pm 9V$, $U_{Z2} = -6V$, $R = 2k\Omega$, $R \ll R'$, $R_{w1} = 4k\Omega$, $R_1 = 3k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$, $C = 1\mu F$, 试分析电路的工作原理, 并回答以下问题:

1. 当滑动变阻器 R_{w1} 处于中间位置时, 为使 u_{o2} 输出三角波, u_1 应该取何值?
2. 当滑动变阻器 R_{w1} 处于最左端, 电容 C 上的初始电压 $u_c(t=0) = 0V$, 在图 12 (b) 中画出 u_{o1} 、 u_{o2} 的波形, 并标明幅值, 说明该电路实现的功能, 写出 u_{o2} 的振荡周期 T 的表达式;
3. 在第 2 问的前提条件下, u_1 的波形如图 12 (c) 所示, 定性地画出 u_{o2} 的波形。

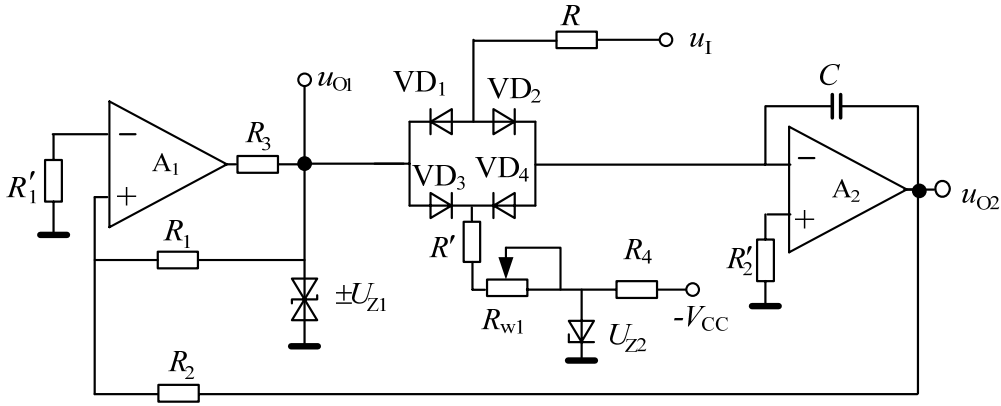


图 12(a)

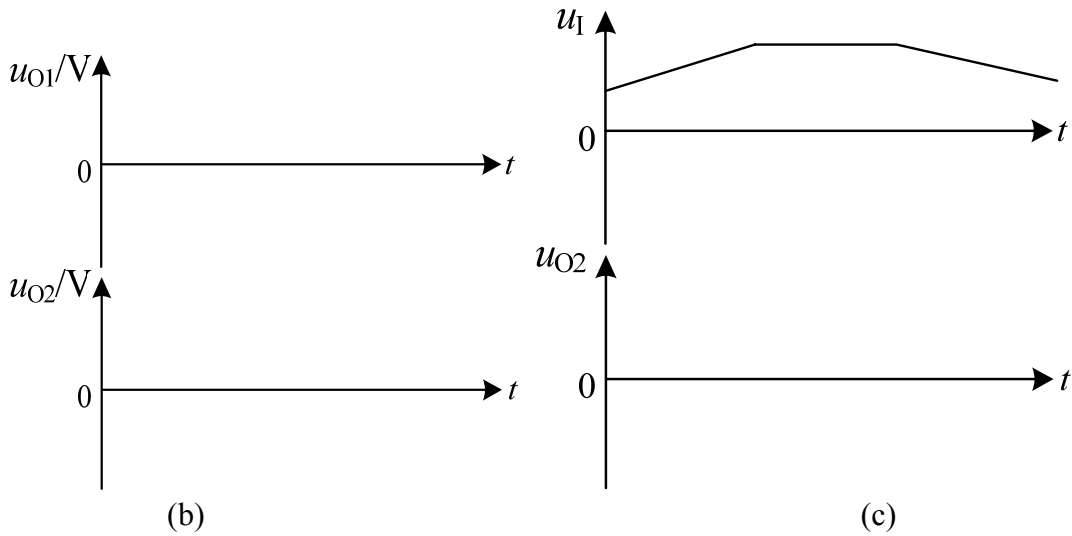


图 12

九、(6分) 电路如图 13 所示, A 为理想运算放大器, 变压器副边有效值为 U_2 , T 的饱和压降 $U_{CES} \leq 3V$, C_1 足够大, 试分析电路:

1. 分析并写出电网电压 u_1 产生波动时电路的稳压原理;
2. 若电容器 C_1 两端的直流电压 $U_{C(AV)}=24V$, 则表明有效值 U_2 为多少? 若 U_2 的数值不变, 而电容 C_1 脱焊时, 此时 $U_{C(AV)}$ 为多少? 若有一只整流二极管断开, 且电容 C_1 脱焊, 此时 $U_{C(AV)}$ 为多少?
3. 若 $U_2=20V$, 要使 R_W 的滑动端在最上端时 $U_O=16V$, 则 R_W 的值应为多少? 若此时电网电压在 $\pm 10\%$ 内产生波动, 请问输出电压允许的变化范围是多少?

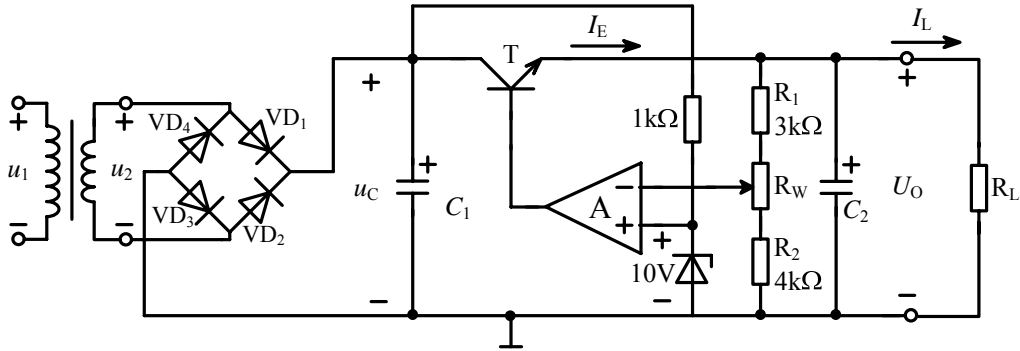


图 13

一、填空 (10 分)

- 集成运算放大器的多级电路之间采用 直接 耦合方式。
- 场效应管的转移特性曲线如图 1 所示。由图可知该管的 $I_{D0} = \underline{1\text{mA}}$, $U_{GS(th)} = \underline{-2\text{V}}$ 。管子的类型是 P 沟道增强型 MOSFET。
- 饱和失真和截止失真都属于 非线性 失真。幅度失真和相位失真都属于 线性 失真。交越失真属于 非线性 失真。
- 功率放大电路如图 2 所示。忽略管子的饱和压降, 负载上可能得到的最大输出功率 $P_{omax} = \underline{6\text{W}}$, T1 或者 T2 的管耗至少为 1.2 W。

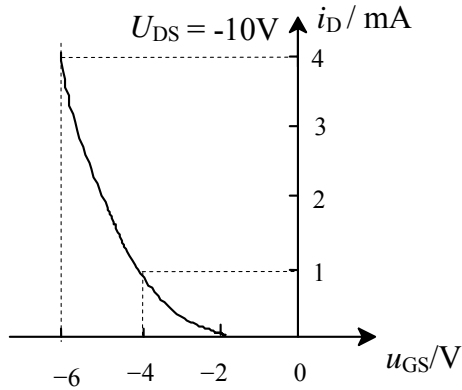


图 1

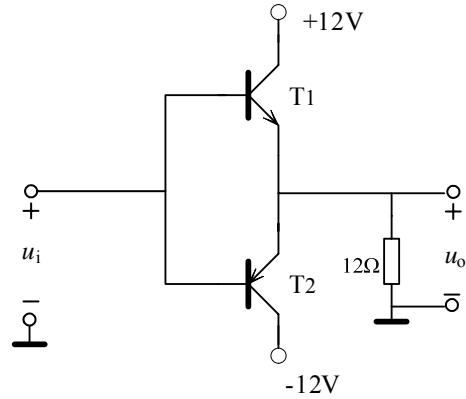


图 2

- 某负反馈放大电路环路增益的幅频特性如图 3 所示, 其中频段环路增益的相位为 -180° , 反馈系数 $\dot{F} = 0.1$, 写出开环电压增益 \dot{A}_u 的频率特性表达式为:

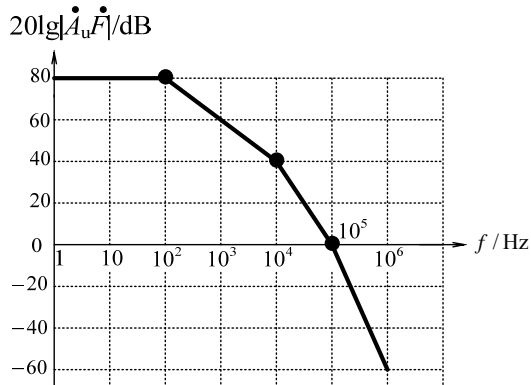
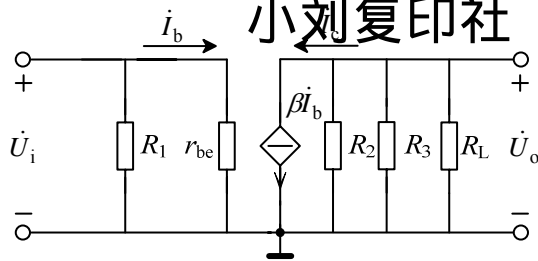


图 3

$$\dot{A}_u = \frac{-10^5}{(1 + j\frac{f}{10^2})(1 + j\frac{f}{10^4})(1 + j\frac{f}{10^5})}$$

二、

- $I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_1 + R_2 + (1 + \beta)R_3} = 16\mu\text{A}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1.6\text{mA}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - R_3(1 + \beta)I_{BQ} = 5.6\text{V}$
- 引入了直流负反馈;



3.

4.
$$\dot{A}_u = -\frac{\beta(R_2 // R_3 // R_L)}{r_{be}} \approx -105 \quad R_i \approx r_{be} = 1.9\text{k}\Omega \quad R_o \approx R_3 = 4\text{k}\Omega$$

5. $\min\{I_{CQ}R_L', U_{CEQ}\} = 3.2\text{V}$

6. 截止失真，减少 R_1 或者 R_2 。

三、

上“+”下“-”

$$\left. \begin{aligned} \frac{u_1}{R_1} &= -\frac{u_{O2}}{R_2} \Rightarrow u_{O2} = -\frac{R_2}{R_1}u_1 \\ u_{O2} &= -\frac{1}{R_4C} \int u_{O3} dt = -\frac{1}{R_4C} \int KU_{REF}u_0 dt = -\frac{KU_{REF}}{R_4C} \int u_0 dt \end{aligned} \right\} \Rightarrow u_0 = \frac{R_4CR_2}{KU_{REF}R_1} \frac{du_1}{dt}$$

四、

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = -\frac{R_2}{R_1 + \frac{1}{sC}} = -\frac{\frac{T}{C_2}}{\frac{T}{C_1} + \frac{1}{sC}} = -\frac{C_1}{C_2} \frac{s \frac{T}{C_1} C}{1 + s \frac{T}{C_1} C}$$

图 6

$$A_{up} = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{\frac{T}{C_2}}{\frac{T}{C_1}} = -\frac{C_1}{C_2} \quad f_L = \frac{C_1}{2\pi TC} \quad \text{一阶高通}$$

五、

①③，②⑥或者②③，①⑥

②⑧，①④，⑤⑦

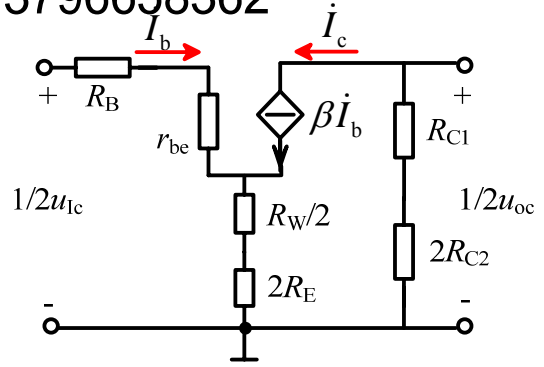
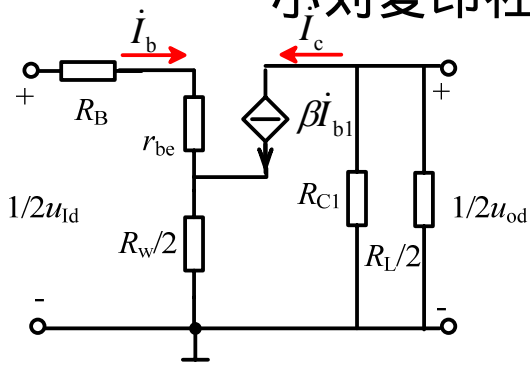
能，
$$f_L = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{C_2C_3}{C_2+C_3}} L}$$

不能，不满足相位条件。

六、

1. 差模

共模



$$2. \quad u_{IC} = \frac{u_{I1} + u_{I2}}{2} = 5\text{mV} \quad u_{Id} = u_{I1} - u_{I2} = 2\text{mV}$$

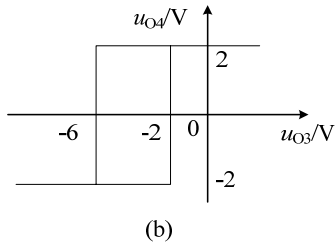
$$3. \quad A_{ud} = -\frac{\beta(R_{C1} // (R_L / 2))}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_W / 2)} \quad A_{uc} = -\frac{\beta(R_{C1} + 2R_{C2})}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(2R_E + R_W / 2)}$$

七、

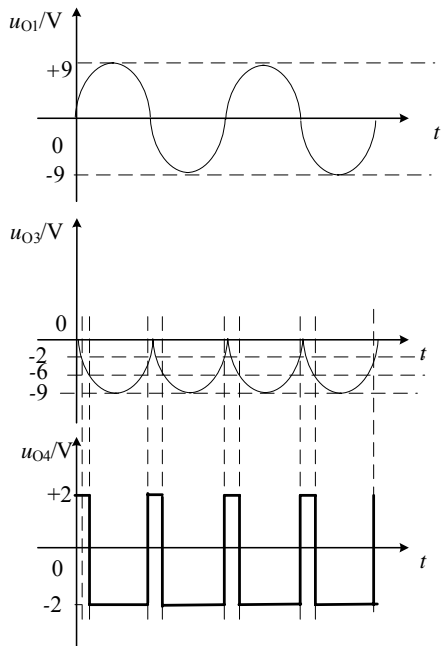
1. RC 文氏桥正弦波振荡电路，输出正弦波；

2. 18V；

3.



4.



$$f = \frac{1}{\pi R_1 C_1} = 318\text{Hz}$$

八、

1. $u_1 = 6\text{V}$ ；

2. $-3 = 3 - \frac{1}{RC} \int_0^T u_1 dt \Rightarrow \frac{1}{RC} \int_0^T u_1 dt = 6$, $u_1 = \frac{6}{RC} t$, 电压微分器。

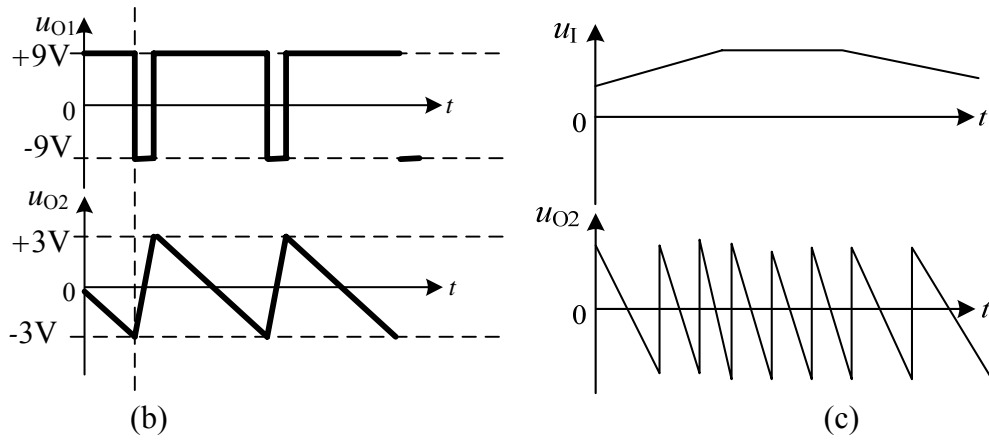
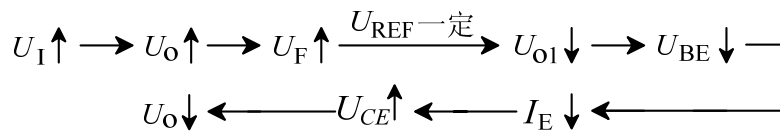


图 12

九、

1.



2. $U_2 = 20V$; $U_{C(AV)} = 18V$; $U_{C(AV)} = 9V$;

3. $R_W = 1k\Omega$; $0.9 \times 1.2U_2 - U_O \geq 3V \Rightarrow U_O \leq 18.6V \Rightarrow 16V \leq U_O \leq 18.6V$ 。

一、选择与填空（共 7 分）

1. 图 1-1 中，_____是 P 沟道耗尽型 MOSFET 的特性曲线；
_____是 N 沟道 JFET 的特性曲线。

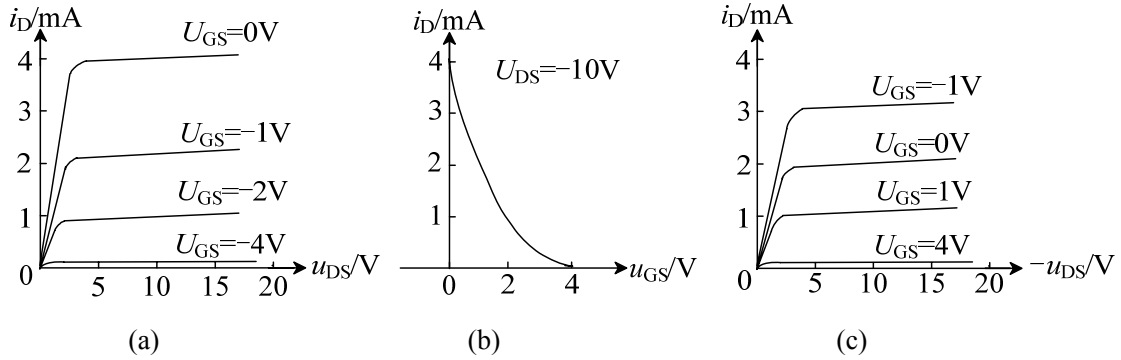


图 1-1

2. 电路如图 1-2 所示， u_i 为输入信号，则 u_{O1} 是_____滤波输出， u_{O2} 是_____滤波输出。（a. 二阶低通；b. 二阶高通；c. 二阶带通；d. 二阶带阻）

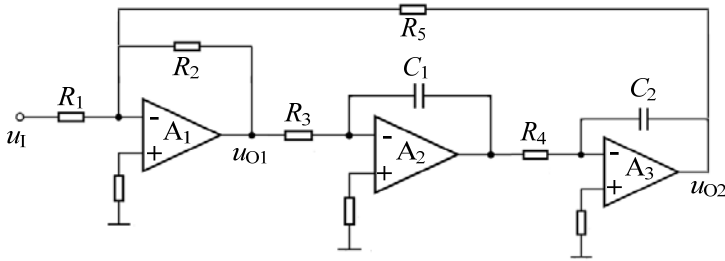


图 1-2

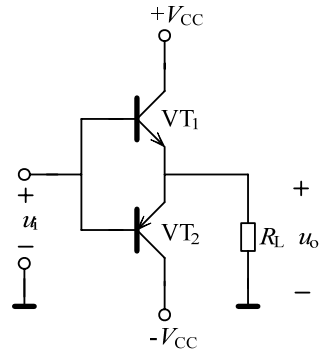


图 1-3

3. 在图 1-3 的功放电路中，已知 $V_{CC}=12V$ ， $R_L=8\Omega$ 。 u_i 为正弦电压，在 $U_{CE(sat)}=0$ 的情况下，负载上可能得到的最大输出功率是_____。

4. 要稳定放大电路的输出电压，应采用_____负反馈；要减小放大电路的输入电阻，应采用_____负反馈。

二、电路如图 2 所示，已知 $R_{b1}=60k\Omega$ 、 $R_{b2}=20k\Omega$ 、 $R_{b3}=5k\Omega$ 、 $R_{b4}=10k\Omega$ 、 $R_c=5k\Omega$ 、 $R_e=2k\Omega$ 、 $R_L=3k\Omega$ ，电容 C_1 、 C_2 、 C_b 和 C_e 都足够大，晶体管 T_1 和 T_2 的 U_{BE} 均为 $0.7V$ ， β 均为 60 ， r_{bb} 均为 300Ω 。

1. 计算电路的静态工作点 I_{B1} 、 I_{C1} 、 I_{B2} 、 I_{C2} ；
2. 画出完整的微变等效电路；
3. 计算中频电压放大倍数 \dot{A}_u 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o (13 分)

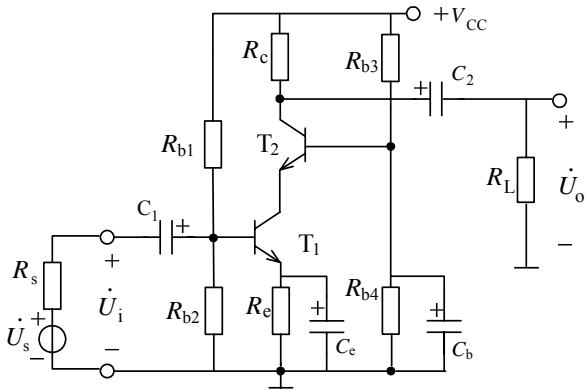


图 2

三、电路如图 3 所示, 已知 $U_{CC} = U_{EE} = 5V$, $R = 20k\Omega$, $R_C = 20k\Omega$, $R_e = 5.3k\Omega$, 稳压管 VD_Z 的稳压电压 $U_Z = 6V$, 晶体管 VT_1 、 VT_2 和 VT_3 的 U_{BE} 均为 $0.7V$, β 均为 100 , r_{bb} 均为 300Ω 。

1. 计算晶体管 VT_1 的静态工作点 I_{C1} 、 U_{CE1} ;
2. 计算差模电压放大倍数 $A_{ud} = \frac{u_o}{u_{i1} - u_{i2}}$;
3. 已知 $u_{i1} = 5V$ 、 $u_{i2} = 4.9V$, 共模抑制比 $K_{CMR} = 60dB$ 且共模放大倍数 $A_{uc} > 0$, 求 u_o 。(8 分)

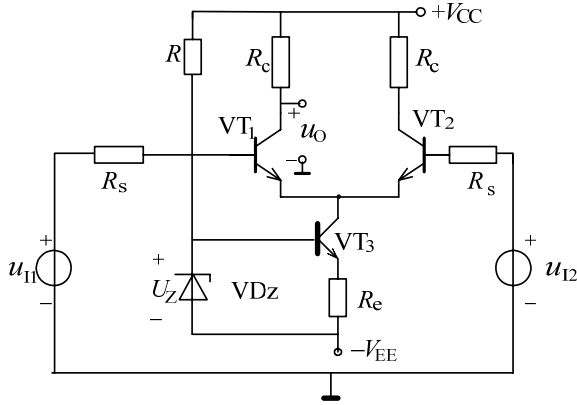


图 3

1. 图 4-1 所示电路中, C_e 、 C_b 的容量足够大, 试问电路有没有可能产生正弦波振荡? 若能够振荡, 请写出振荡频率表达式; 若不可能振荡, 请加以修改, 并写出振荡频率表达式。(6 分)

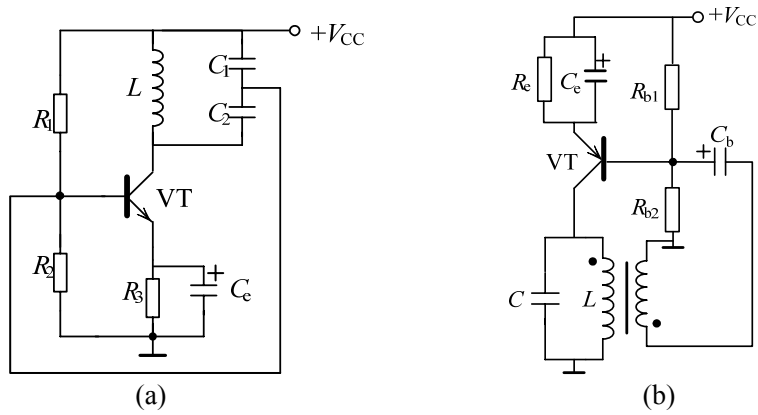


图 4-1

2. 图 4-2 电路能引入几种组态的级间交流负反馈? 指出每种连接方法 (说明①~⑥节点之间的连接关系即可)。(4 分)

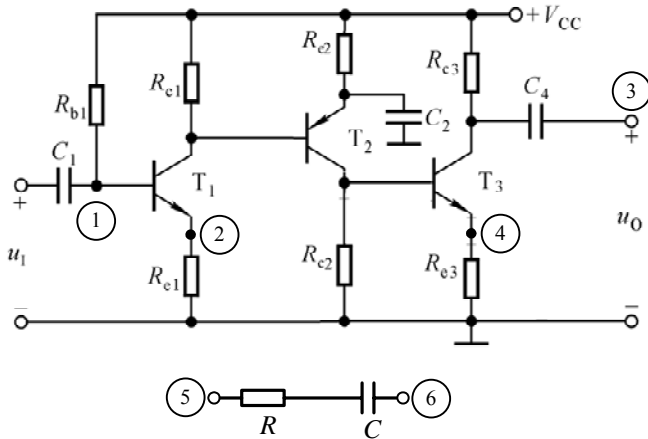


图 4-2

1. 电路如图 5-1 所示, 图中 A_1 、 A_2 均为理想运算放大器。推导 u_o 与 u_{i1} 、 u_{i2} 之间的关系式。(4 分)

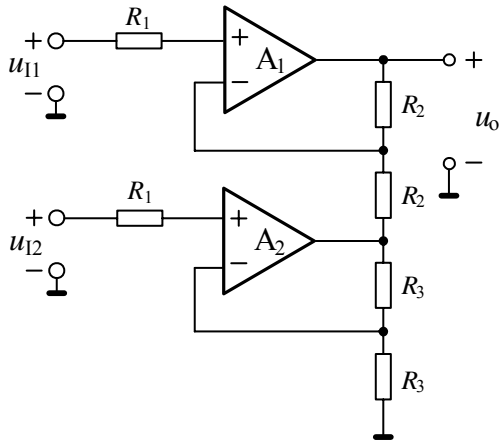


图 5-1

2. 电路如图 5-2 所示, A_1 、 A_2 为理想运算放大器, VD 为理想二极管, 模拟乘法器的系数 $K > 0$ 。

- (1) 为实现信号的运算, 电路中 u_i 的允许输入范围是什么?
- (2) 推导 u_o 和 u_i 之间的关系式。(4 分)

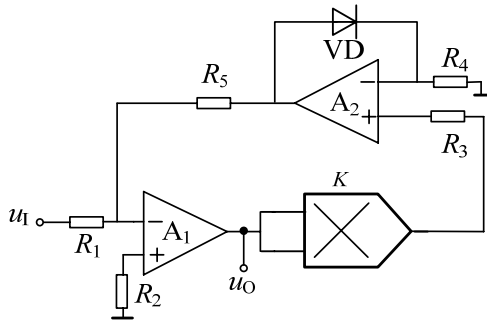


图 5-2

六、电路如图 6 所示。输入电压为 U_I ，输出电流为 I_L ，稳压管稳定电压为 U_Z ，反向击穿时稳压管电流为 I_Z 。

1. 推导限流电阻 R 的上下限 R_{\max} 和 R_{\min} 关于 $U_{I\max}$ 、 $U_{I\min}$ 、 $I_{L\max}$ 、 $I_{L\min}$ 、 $I_{Z\max}$ 、 $I_{Z\min}$ 的表达式；

2. 假设 $U_{I\max}=33V$ ， $U_{I\min}=27V$ ； $I_{L\max}=20mA$ ， $I_{L\min}=5mA$ 。若要在 U_O 处获得 12V 的稳定电压，在选择稳压管时，下面的两个稳压管能否满足应用的要求？并请说明理由。

稳压管 1: $U_Z=12V$ 、 $I_{Z\min}=5mA$ 、 $I_{Z\max}=15mA$ ；

稳压管 2: $U_Z=12V$ 、 $I_{Z\min}=5mA$ 、 $I_{Z\max}=40mA$ 。(6 分)

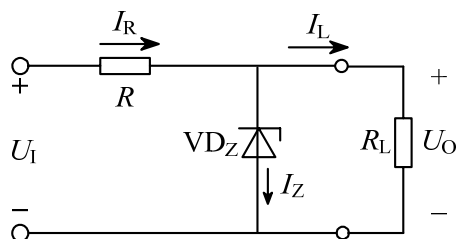


图 6

七、方波-三角波发生电路如图7所示。试回答

1. 调节电位器 R_p ，使滑动端上移，输出电压 u_o 的幅值和频率将如何变化？
2. 调节电位器 R_p ，所能获得的最大频率 f_{max} 为多少？
3. 不改变三角波幅值而使输出频率 $f=10f_{max}$ ，电路元件的参数如何调整？
4. 若要求三角波和方波幅值相同， R_1 应为多大？
5. 若运放 A_1 的反相端改接参考电压 $U_{REF}>0$ ，则方波和三角波的波形有何变化？(12分)

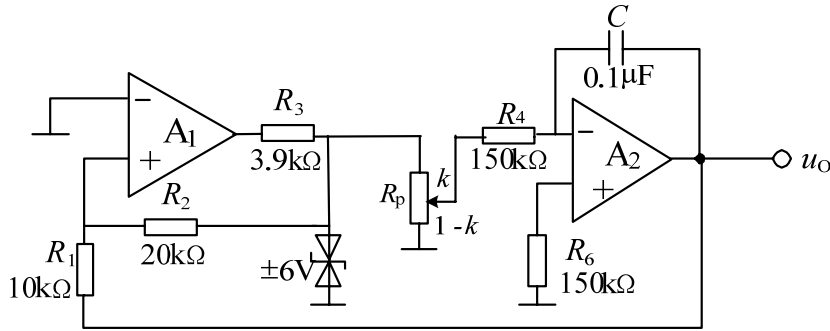


图 7

八、电路如图 8 所示。电路(a)中， $R_w=2R_1$ ；电路(b)的输入已知为 U_1 ，电感 L 、电容 C_2 足够大。

1. 电路(a)的名称是什么？
2. 电路(b)中二极管 VD 的作用是什么？晶体管 VT 工作在什么状态？
3. 若将电路(a)的输出信号 u_{O1} 接电路(b)的 u_B ，求电路(b)输出电压 U_O 的平均值 $U_{O(AV)}$ 的取值范围？(忽略 VT 的饱和压降)(6分)

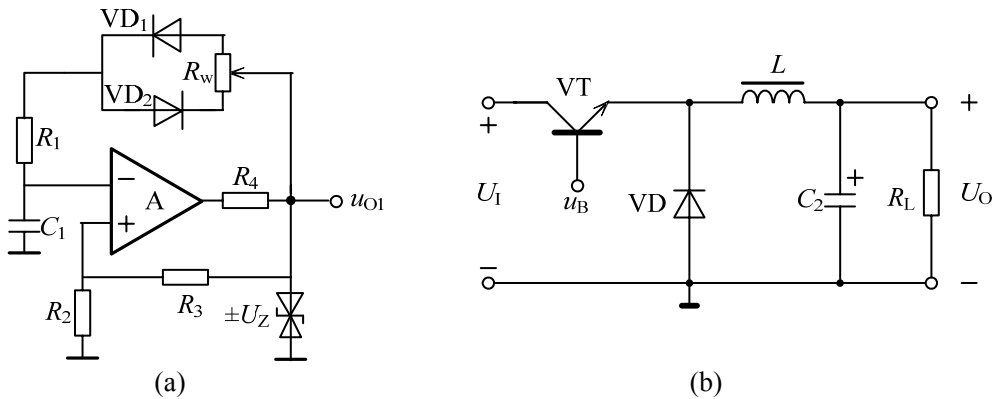


图 8

一、

- 1、 c, a; 2、 b, a; 3、 9W; 4、 电压, 并联

二、

1.

$$V'_{CC} = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} = 3.75$$

$$R'_b = R_{b1} // R_{b2} = 15k\Omega$$

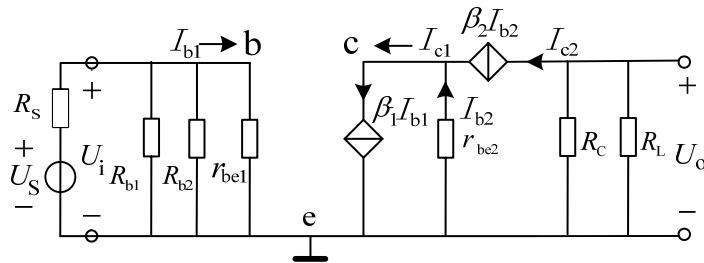
$$I_{BQ1} = \frac{V'_{CC} - U_{BEQ1}}{R'_b + (1 + \beta_1)R_e} = 22.3\mu A$$

$$I_{CQ1} = \beta_1 I_{BQ1} = 1.34mA$$

$$I_{CQ2} \approx I_{EQ2} = I_{CQ1} = 1.34mA$$

$$I_{BQ2} = \frac{I_{CQ2}}{\beta_2} = 22.3\mu A$$

2.



3.

$$r_{be1} = r_{bb'} + \frac{26mV}{I_{BQ1}} = 1.47k\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-i_{c2}(R_C // R_L)}{i_{b1}r_{be1}} \approx \frac{-i_{c1}(R_C // R_L)}{i_{b1}r_{be1}} = \frac{-\beta_1(R_C // R_L)}{r_{be1}} = -49$$

三、

1. 计算电路的静态工作点

$$I_{E3} = \frac{U_Z - U_{BE}}{R_e} = 1mA$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_{E3}}{2} = 0.5mA$$

$$I_{E1} = I_{E2} \approx I_{C1} = 0.5mA$$

$$U_{C1} = U_{C2} = V_{CC} - I_{C1}R_C = 5V$$

$$U_{E1} = U_{B1} - U_{BE1} = -I_{B1}R_S - U_{BE1} = \frac{I_{C1}R_S}{\beta} - U_{BE1} \approx -0.7V$$

$$U_{CE1} = U_{C1} - U_{E1} = 5.7V$$

2. 计算差模电压放大倍数

$$r_{be1} = r_{be2} = r_{bb'} + (1 + \beta) \times \frac{26 \text{ mV}}{I_{E1}} = 5.0 \text{ k}\Omega$$

$$A_{ud} = \frac{u_O}{u_{id}} = -\frac{\beta R_C}{2(R_S + r_{be})} = -152$$

3.

$$u_{id} = 0.1, \quad u_{IC} = 4.95$$

$$A_{uc} = \left| \frac{A_{ud}}{1000} \right| = 0.15$$

$$u_O = A_{ud}u_{id} + A_{uc}u_{IC} = -152 \times 0.1 + 0.15 \times 4.95 = -14.46 \text{ V}$$

四、

1. (a)不能振荡，修改如图 D4-1 (a)，修改后振荡频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}}$ 。

(b)不能振荡，修改如图 D4-2 (b)，修改后振荡频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

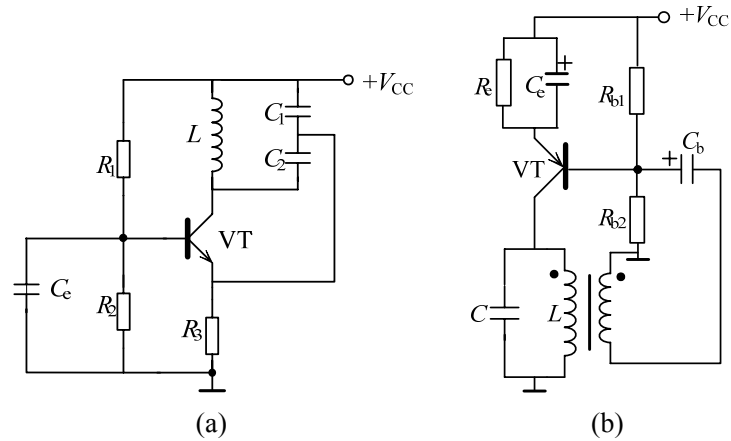


图 D4-1

2.

电压并联负反馈：1-5，3-6。

电流串联负反馈：2-5，4-6。

五、1. $\frac{u_O - u_{11}}{R_2} = \frac{u_{11} - 2u_{12}}{R_2}, \quad u_O = 2u_{11} - 2u_{12}$

2. (1) $u_1 < 0$; (2) $u_O = \sqrt{-\frac{R_5 u_1}{KR_1}}$

六、1. $R_{\max} = \frac{U_{I\min} - U_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}; \quad R_{\min} = \frac{U_{I\max} - U_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}}$

2、稳压管 1: $R_{\max} = \frac{27V - 12V}{5mA + 20mA} = 0.6k\Omega$, $R_{\min} = \frac{33V - 12V}{15mA + 5mA} = 1.05k\Omega$

$R_{\max} < R_{\min}$, 所以无法选取合适的限流电阻

稳压管 2: $R_{\max} = \frac{27V - 12V}{5mA + 20mA} = 0.6k\Omega$, $R_{\min} = \frac{33V - 12V}{40mA + 5mA} = 0.47k\Omega$

能够选取合适的限流电阻, 因此选用稳压管 2.

七、

1. $u_{om} = \frac{R_1}{R_2} U_Z$, 不受 R_p 的影响, 不变; $f = \frac{R_2(1-k)}{4R_1R_4C}$, 滑动端上移, k 减小, 频率增大。

2. $k=0$ 时, $f_{\max} = \frac{R_2}{4R_1R_4C} = 33\text{Hz}$ 。

3. 为保持 $\frac{R_1}{R_2}$ 不变, 应减小 R_4 或 C , 使 $R_4=15k\Omega$ 或 $C=0.01\mu\text{F}$ 。

4. $\frac{R_1}{R_2} U_Z = U_Z$, $R_1 = R_2 = 20k\Omega$ 。

5. 方波波形无变化; 三角波的平均值变为 $1.5U_{REF}$, 波形上移。

八、1、占空比可调矩形波发生电路;

2、续流二极管; 开关状态;

3、矩形波占空比 $D = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \times 100\% = \frac{R_1 + R'_w}{2R_1 + R_w} \times 100\%$

$$\frac{R_1}{2R_1 + R_w} \times 100\% \leq D \leq \frac{R_1 + R_w}{2R_1 + R_w} \times 100\%$$

$$25\% \leq D \leq 75\%$$

$$25\% \leq U_{o(AV)} = D \leq 75\%$$

一、填空（12 分）

1. 某放大电路的幅频特性曲线如图 1 所示，已知 A_u 在中频段的相移为 -180° ，电路的中频电压增益为_____ dB，下限截止频率为_____ Hz，电压增益 A_u 的频率特性表达式为_____。

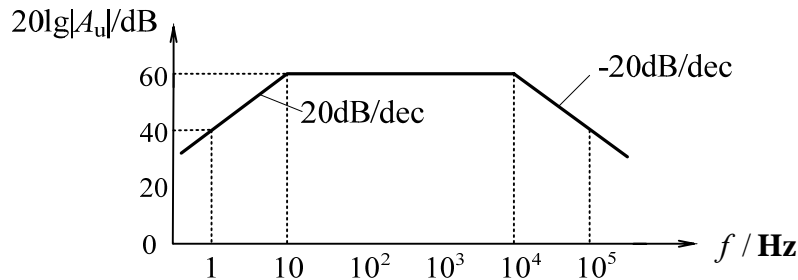


图 1

2. 某场效应管的输出与转移特性曲线如图 2 所示，说明该管为_____沟道_____型场效应管。

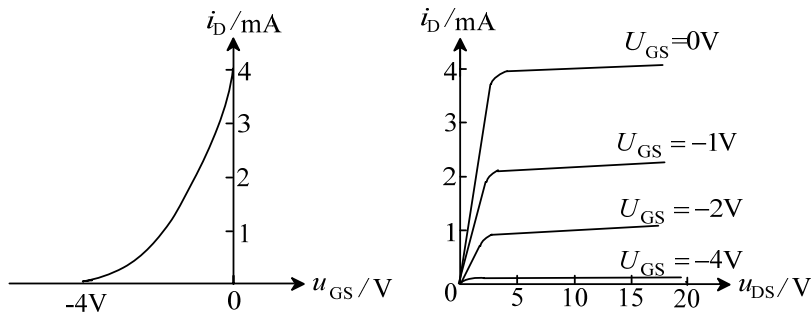


图 2

3. 图 3 所示电路中， A_1 、 A_2 为理想运放，晶体管 VT 的 $U_{BE}=0.7V$ ，则晶体管发射极电压 $u_E=_____$ ，集电极电压 $u_C=_____$ ；若 $u_o=200mV$ ，则晶体管 VT 的电流放大系数 $\beta=_____$ 。

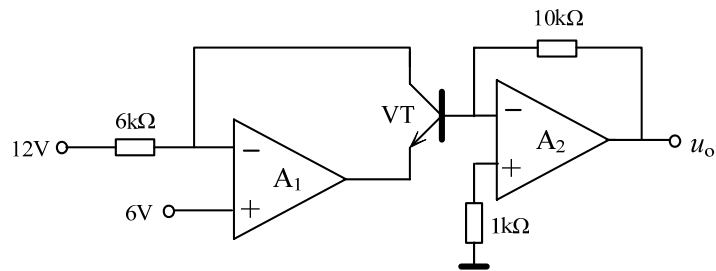


图 3

4. 电路如图 4 所示， u_i 为正弦电压，集成运放的最大输出电压为 $\pm 8V$ ，最大输出电流为 $\pm 20mA$ ， VD_1 和 VD_2 的管压降为 $0.7V$ ， VT_1 和 VT_2 的 $|U_{BE}|=0.7V$ ，饱和压降 $|U_{CES}|=2V$ ，则最大不失真输出功率为_____ W；为使负载得到最大的输出电流， VT_1 和 VT_2 的 β 值应不低于_____。

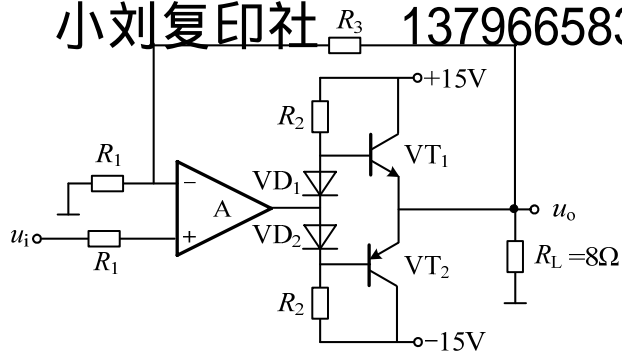


图 4

5. 图 5 所示电路是_____（低通、高通、带通、带阻）滤波器，其截止频率 f_p 为_____。

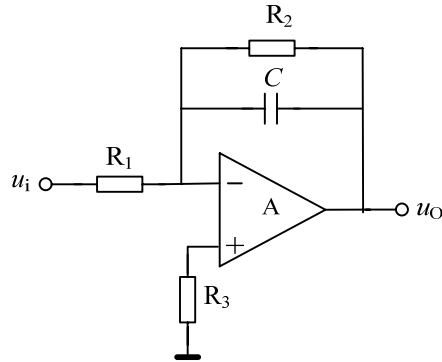


图 5

二、(8分) 图6所示电路中, 运放 A_1 、 A_2 、 A_3 为理想运放, 输入电压 u_1 在 $100\sim 500\text{mV}$ 范围内变化。 $R_1 = R = 10\text{k}\Omega$, $R_3 = 12\text{k}\Omega$ 。

1. 写出 u_o 与 u_1 的关系表达式。
2. 当输入电压 $u_1=200\text{mV}$ 时, $u_o=-1.8\text{V}$, 求电阻 R_2 的值。
3. 若集成运放最大输出电流 $I_{OM}=5\text{mA}$, 计算该电路能带动的最小负载电阻 $R_{L\min}$ 。(R_3 的分流作用可以忽略)

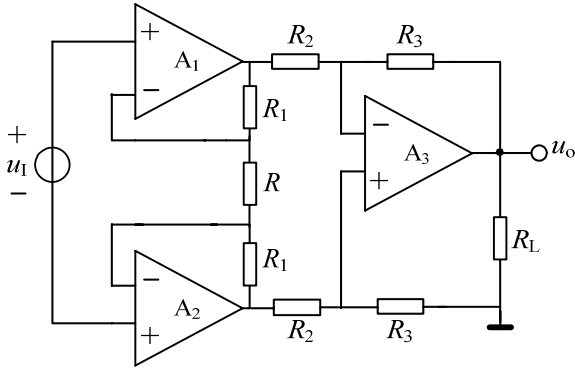


图6

三、(6分) 由集成运放A和晶体管 VT_1 、 VT_2 组成的反馈放大电路如图7所示, 若电路引入级间负反馈, 请标出A的输入端符号; 该反馈属于何种组态; 在深度负反馈条件下,

其闭环电压放大倍数 $A_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 为多少?

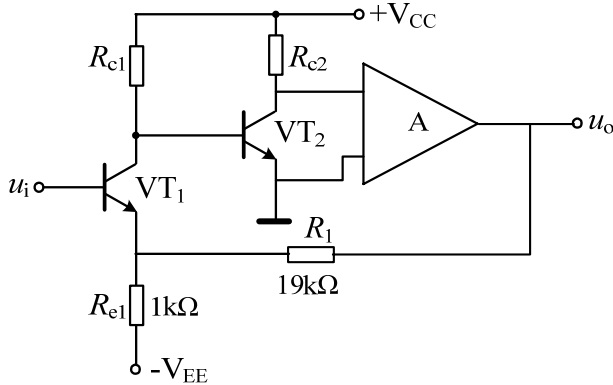


图7

四、(8分)

1. 将图 8 合理连线，组成 RC 桥式正弦波振荡电路。

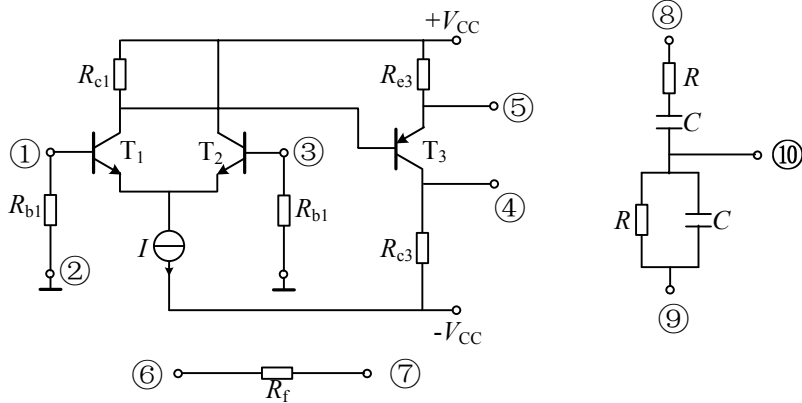


图 8

2. 用相位平衡条件判断图 9(a)和(b)中电路能否产生正弦波振荡？如果能产生振荡，写出振荡频率 $f=?$ ，如果不能振荡，简要说明原因。(设电路中 C_1 、 C_2 、 C_3 的容量足够大)

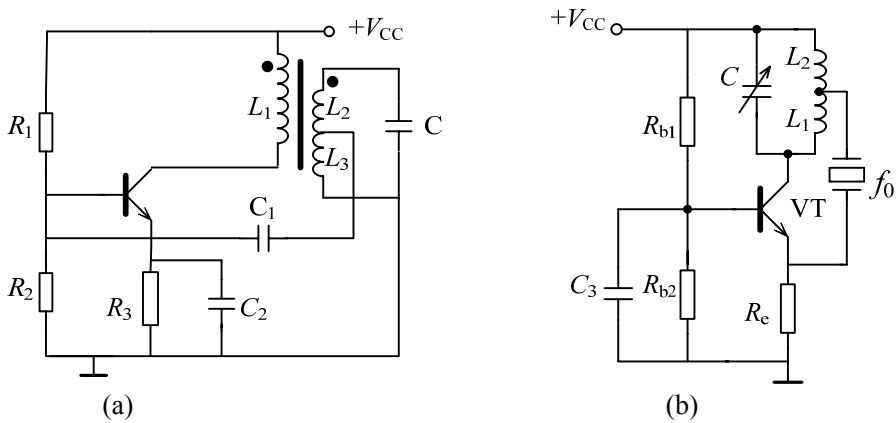


图 9

五、(10分)放大电路如图10所示,已知晶体管的电流放大系数 $\beta=100$, $U_{BE} = 0.7V$, $r_{bb'}=300\Omega$; $R_b=100k\Omega$, $R_c=6.2k\Omega$, $R_e=15k\Omega$, $R_{L2}=470\Omega$ 。试求:

1. 计算电路的静态工作点;
2. 计算输入电阻 R_i ;
3. 若 $\left| \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} \right| = \left| \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_i} \right|$, 试确定 R_{L1} 的大小。

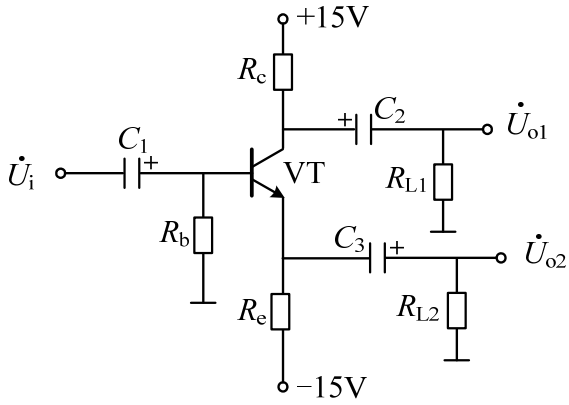


图 10

六、(8分) 电路如图 11 所示, 已知 $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=100\text{k}\Omega$, $R_p=10\text{k}\Omega$ 。

1. 写出 u_o 与 u_{i1} 、 u_{i2} 之间的关系表达式。
2. 当 R_p 的滑动端在最上端时, 若 $u_{i1}=10\text{mV}$, $u_{i2}=20\text{mV}$, 则输出 $u_o=?$
3. 若 u_o 的最大幅值为 $\pm 12\text{V}$, 输入电压 u_{i1} 的调节范围为 $0\sim 20\text{mV}$, u_{i2} 的调节范围为 $0\sim 25\text{mV}$, 为保证 A_1 工作在线性区, 则 R_p' 的最小值为多少?

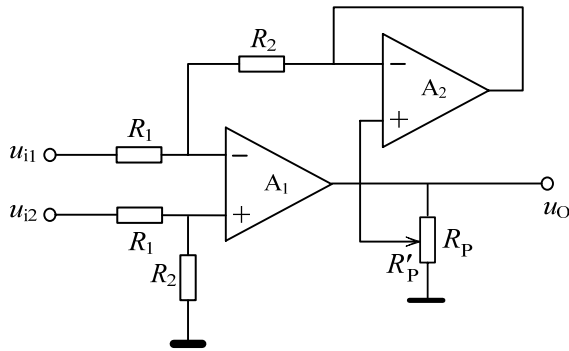
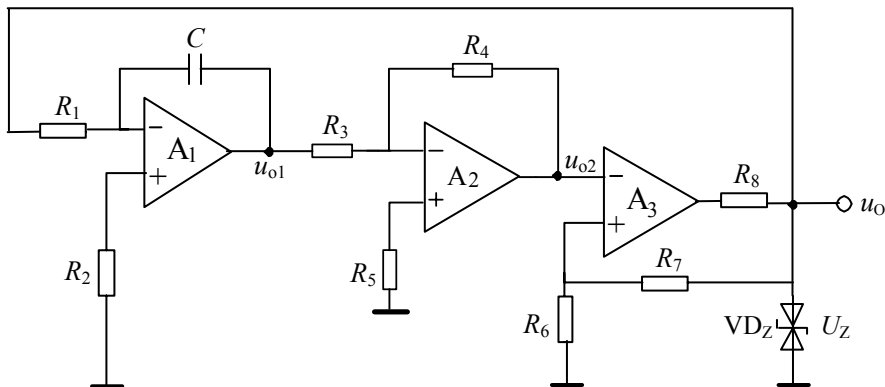


图 11

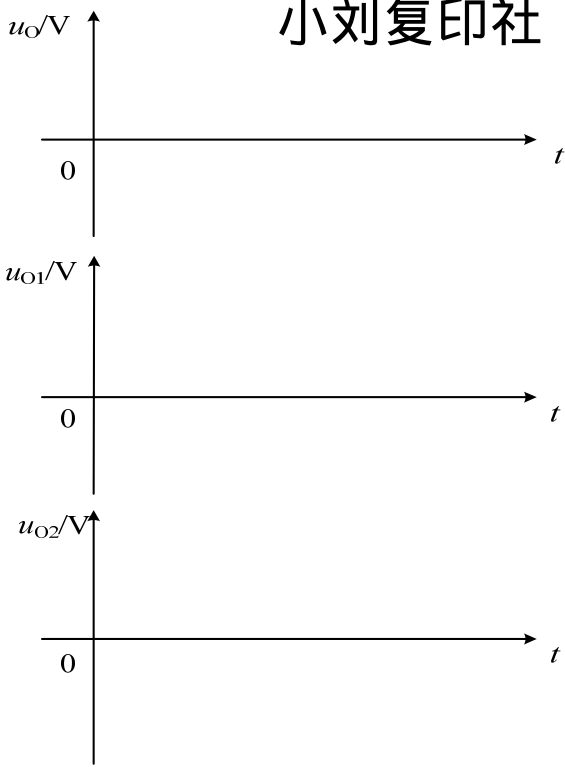
七、(12分) 图 12 (a) 所示电路中, A_1, A_2, A_3 均为理想运放, 运放输出电压的峰值为 $\pm 12\text{V}$, $R_1=R_2=50\text{k}\Omega$, $R_3=R_4=R_6=R_7=20\text{k}\Omega$,

$R_5=10\text{k}\Omega$, $C=0.02\mu\text{F}$, 双向稳压管 VD_Z 的稳压值 $U_Z=\pm 8\text{V}$,

1. 求解 u_o 的频率 f 和幅值 U_{OM} , 并求 u_{o1} 的峰值 U_{OM1} 。
2. 在图 12(b) 中画出输出电压 u_o 与 u_{o1} 、 u_{o2} 的对应波形。(至少画一个周期, 并标注时间轴坐标。)



(a)



(b)
图 12

八、(6分) 电路如图 13 所示, 已知晶体管 VT 的 $U_{EB}=0.2V$, $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 0.5k\Omega$, $R_p = 2k\Omega$, 计算输出电压 U_O 的调节范围。

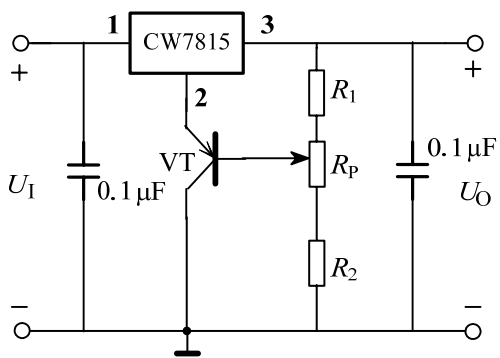


图 13

一、填空 (12分) **小刘复印社 13796658362**

1. 某放大电路的幅频特性曲线如图 1 所示, 已知 \dot{A}_u 在中频段的相移为 -180° , 电路的中频电压增益为 60 dB, 下限截止频率为 10 Hz, 电压增益 \dot{A}_u 的频率特性表达式为 $\frac{-1000jf/10}{(1+jf/10)(1+jf/10^4)}$ 。

2. 某场效应管的输出与转移特性曲线如图 2 所示, 说明该管为 N 沟道 结 型场效应管。

3. 图 3 所示电路中, A_1 、 A_2 为理想运放, 晶体管 VT 的 $U_{BE}=0.7V$, 则晶体管发射极电压 $u_E = \underline{-0.7V}$, 集电极电压 $u_C = \underline{6V}$; 若 $u_o = 200mV$, 则晶体管 VT 的电流放大系数 $\beta = \underline{50}$ 。

4. 电路如图 4 所示, u_i 为正弦电压, 集成运放的最大输出电压为 $\pm 8V$, 最大输出电流为 $\pm 20mA$, VD_1 和 VD_2 的管压降为 $0.7V$, VT_1 和 VT_2 的 $|U_{BE}| = 0.7V$, 饱和压降 $|U_{CES}| = 2V$, 则最大不失真输出功率为 4 W; 为使负载得到最大的输出电流, VT_1 和 VT_2 的 β 值应不低于 50。

5. 图 5 所示电路是 低通 (低通、高通、带通、带阻) 滤波器, 其截止频率 f_p 为 $1/2\pi R_2 C$ 。

二、1. $u_o = -\frac{R_3}{R_2} \left(1 + \frac{2R_1}{R}\right) u_i$

2. $R_2 = 4k\Omega$

3. $u_{I_{max}} = 500mV$ $u_{O_{max}} = -9u_i = -4.5V$

$$R_{L_{min}} = \frac{u_{O_{max}}}{I_{OM}} = \frac{4.5V}{5mA} = 900\Omega$$

三、

1 上+下一

2 电压串联负反馈

3 $A_{uf} = 1 + \frac{R_1}{R_{e1}} = 20$

四、(8分)

1. ④接⑧和⑦ ③接⑥ ①接⑩ ②接⑨

2 (a) 能 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_2 + L_3)C}}$ (b) 能 $f = f_0$

五、

1 $I_{BQ} = \frac{15V - U_{BEQ}}{R_1 + (1 + \beta)R_c} \approx 8.9\mu A$

$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 0.89mA$

$$2 \quad R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_1 // [r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_{L2})] \approx 33k\Omega$$

$$3 \quad \left| \frac{-\beta(R_e // R_{L1})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_{L2})} \right| = \left| \frac{(1 + \beta)(R_e // R_{L2})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_{L2})} \right|$$

$$R_{L1} = 0.49k\Omega$$

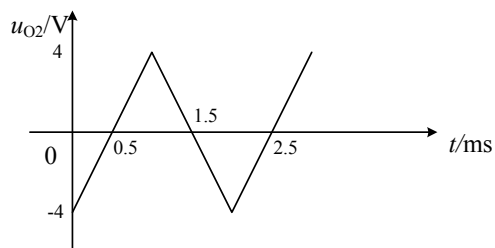
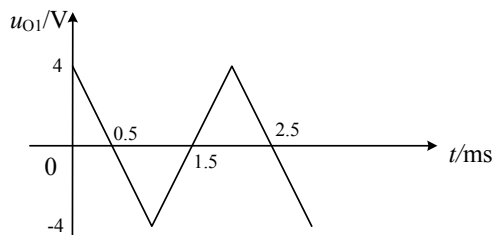
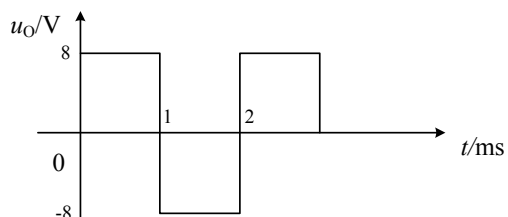
六.

$$1 \quad u_o = 10(u_{i2} - u_{i1}) \frac{R_{p1}}{R_{p1}'}$$

$$2 \quad u_o = 10(u_{i2} - u_{i1}) = 100mv$$

$$3 \quad u_o < 12V \quad R_{p1}' > 208\Omega$$

七.



$$U_{OM} = \pm 8V$$

$$U_{OM1} = \pm 4V$$

$$f = 500HZ$$

八

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1} (U_{32} + U_{EB}) = 53.2V$$

$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1 + R_p} (U_{32} + U_{EB}) = 17.7V$$

2015 年模拟电子技术

一、填空 (8 分)

1. 某场效应管的转移特性曲线如图 1.1 所示, 测试时电流 i_D 的参考方向为从漏极 D 指向源极 S。
该管为_____沟道_____型场效应管。

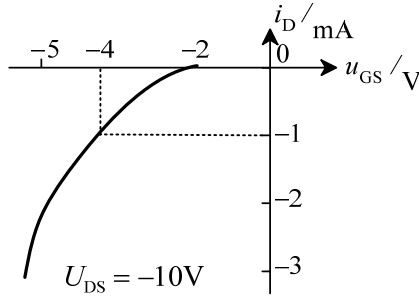


图 1.1

2. 某放大电路的幅频特性曲线如图 1.2 所示, 已知 \dot{A}_u 在中频段的相移为 -180° , 电压增益 \dot{A}_u 的频率特性表达式为_____ ; 电路的下限截止频率为_____ Hz。

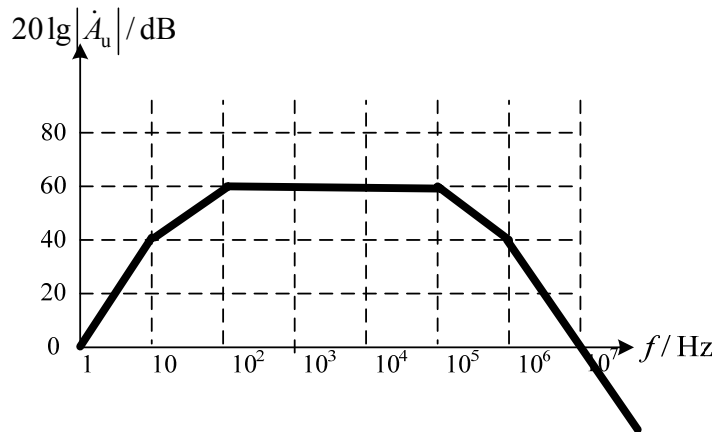


图 1.2

3. 电路如图 1.3 所示, $V_{CC}=9V$, 三极管的饱和压降为 $1V$, $R_L=8\Omega$, 输入为正弦波。输出不失真条件下, 最大输出功率 $P_{OM}=\underline{\hspace{2cm}}$; 当 R_1 开路时, 则输出电压_____。
A. 为正弦波; B. 只有正半周; C. 只有负半周; D. 以上都不对。

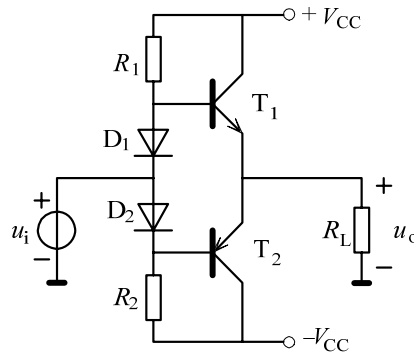


图 1.3

4. 串联型稳压电路如图 1.4 所示，稳压管 D_Z 的稳压值 $U_Z=5.3V$ ，调整管 T_1 的饱和压降 $U_{CE(sat)}\leq 3V$ ，晶体管 T_2 的 $U_{BE}=0.7V$ ，电阻 $R_1=R_2=200\Omega$ 。当 R_W 的滑动端在最上端时， $U_O=10V$ ， R_W 的值为_____；此时输出电压 U_O 的调节范围为_____。

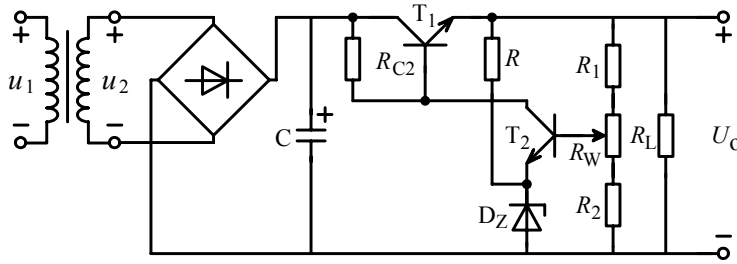


图 1.4

二、(14 分) 电路如图 2 所示，已知 $R_B = 400k\Omega$ ， $R_C = 7k\Omega$ ， $R_E = 1.3k\Omega$ ， $R_L = 7k\Omega$ ， $\beta = 100$ ， $U_{BE} = 0.7V$ ， $r_{bb} = 300\Omega$ ，饱和压降 $U_{CES}=0V$ 。设电容 C_1 、 C_2 、 C_E 都足够大，回答以下问题：

1. 画出该电路的直流通路和微变等效电路；
2. 计算电路的静态工作点；
3. 计算电压放大倍数 $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ ；输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o ；
4. 简述 R_E 和 C_E 的作用是什么？
5. 当 $u_i=50mV$ 时，输出波形发生失真，请说明是什么失真，产生原因是什么？

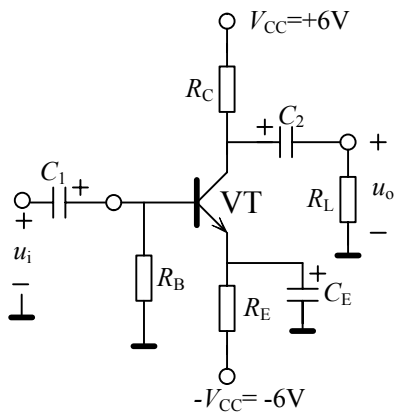


图 2

三、(8分) 电路如图3所示, 已知 C_1 的静态电位为 U_{C1} , 晶体管的电流放大倍数为 $\beta_1=\beta_2=\beta$, 输入电阻 $r_{be1}=r_{be2}=r_{be}$ 。求: (1) 当电位器的滑动端居中时, 画出差模和共模的左半边微变等效电路; (2) 当 $u_{i1}=5\text{mV}$, $u_{i2}=3\text{mV}$ 时, 写出 u_o 的表达式, 并求出最大值和最小值。

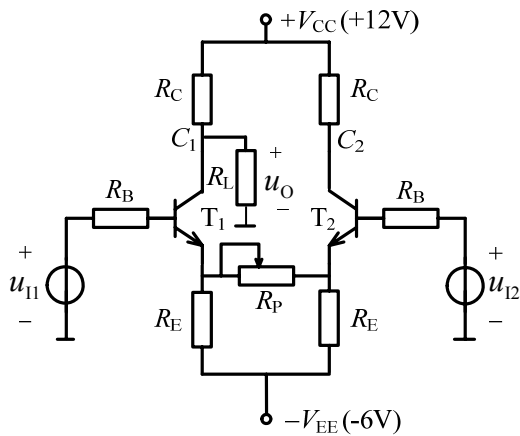


图 3

四、(12分) 简答题:

1. (4分) 图4.1所示电路, 当电位器 R_w 的滑动端滑到底部时, $u_{o1}=-u_i$, $u_{o2}=0$, 当电位器 R_w 的滑动端滑动到中点时, $u_{o1}=u_{o2}=-3/4 u_i$, 求 R_1 和 R_2 的值。

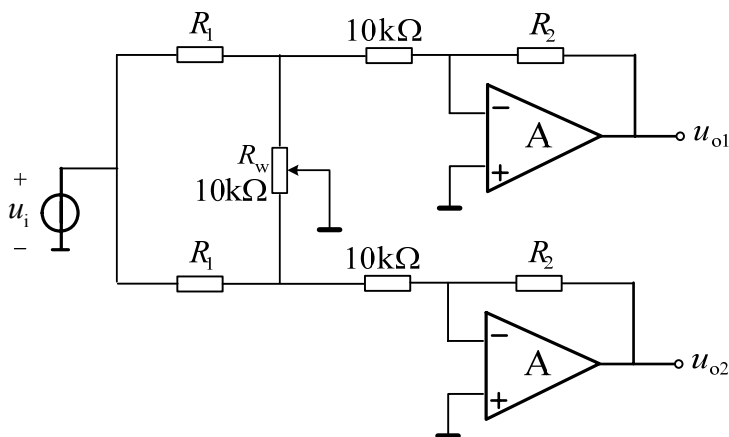


图 4.1

2. (4分) 写出图 4.2 电路的级间反馈类型。

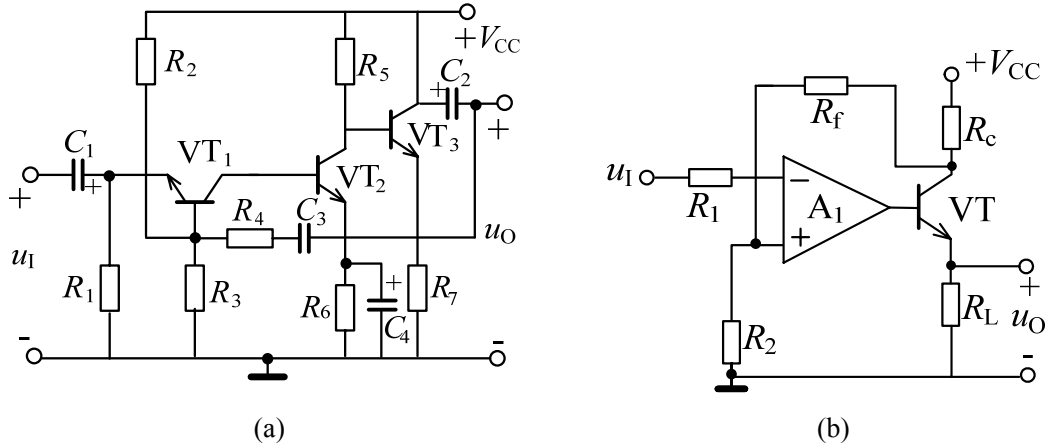


图 4.2

3. (4分) 试用相位平衡条件判断图 4.3 所示电路是否能振荡。若能振荡请写出振荡频率表达式，并指出稳幅振荡时图 4.3(a)中 L_1 、 L_2 、 R_1 、 R_f 应满足的关系式以及图 4.3(b)中 R_{e1} 与 R_f 应满足的关系式。

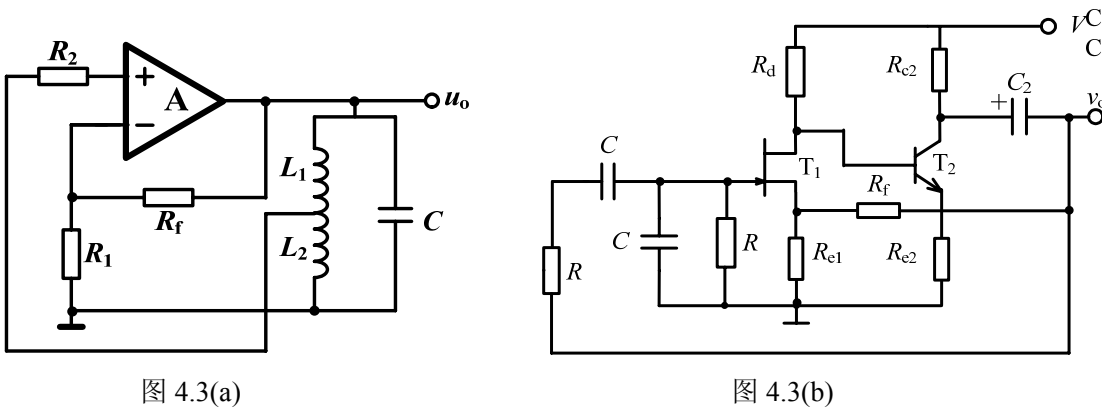


图 4.3(a)

图 4.3(b)

五、(6分) 电路如图 5 所示，运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性， $K > 0$ ， $U_{REF} < 0$ 。回答以下问题：

1. 若使运算放大器工作在线性区，在图中标出 A_1 的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
2. 求传递函数 $\frac{U_o(s)}{U_i(s)}$ 的表达式、通带电压放大倍数的表达式和截止频率的表达式；
3. 说明该电路为哪种类型的滤波器（低通、高通、带通、带阻）？

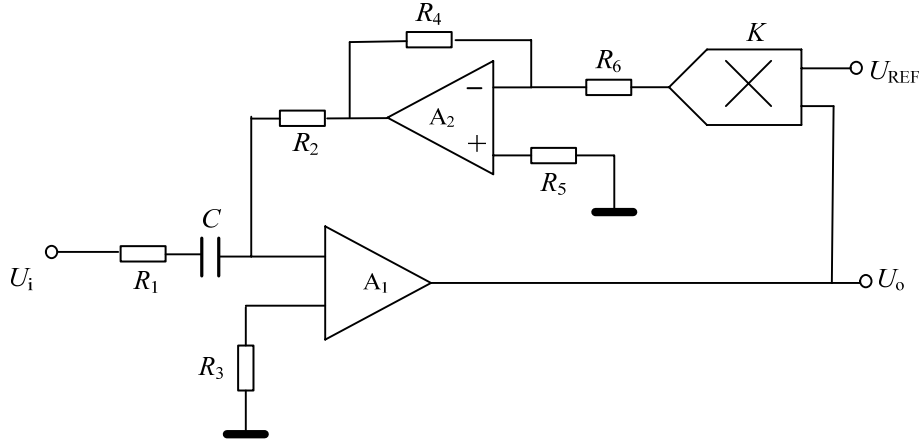


图 5

六、(7分) 图 6 所示电路中，稳压管 VD_z 具有稳幅作用，其稳定值 $U_z = \pm 1V$ ， VD_1 ， VD_2 ， VD_3 ， VD_4 正向导通压降均为 $0.7V$ 。

1. 指出虚线框内电路的功能？
2. 计算 u_{o1} 的幅值和频率。
3. 计算 u_o 的幅值和频率。

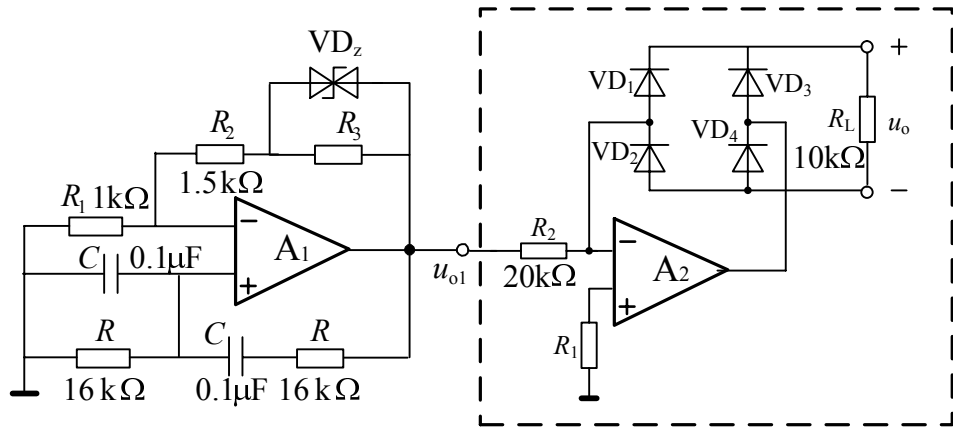


图 6

七、(9分) 图 7(a)所示电路中，晶体管 VT 工作在开关状态，导通时为饱和导通，管压降 $U_{CES}=0V$ ， $u_i=5V$ ， A_1, A_2, A_3 均为理想运放，理想运放输出电压的峰值为 $\pm 15V$ ， VD_1, VD_2, VD_3 正向导通压降均为 $0.7V$ ，双向稳压管 VD_Z 的稳压值 $U_Z=\pm 8V$ 。

1. 说明图中 VD_1, VD_2 的作用。
2. 当输入为 u_i ，输出为 u_{o3} 时，此电路实现的功能是什么？
3. 设 $t=0$ 时， $u_{o3}=+8V$ ，电容两端电压为 $0V$ ，在图 7(b)中画出输出电压 u_{o2} 和 u_{o3} 的波形，(至少画一个完整的周期，并标注时间轴坐标和幅值)。
4. 求解 u_{o2} 的频率和幅值。

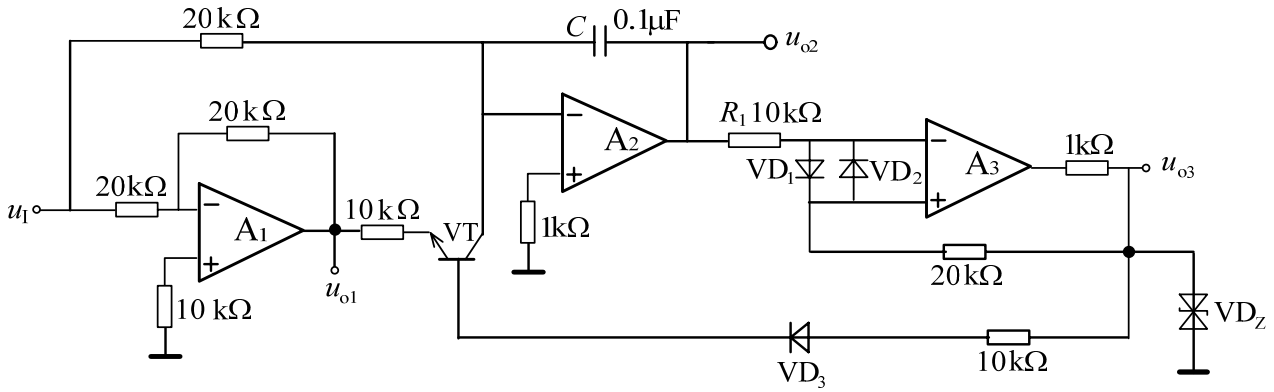


图 7(a)

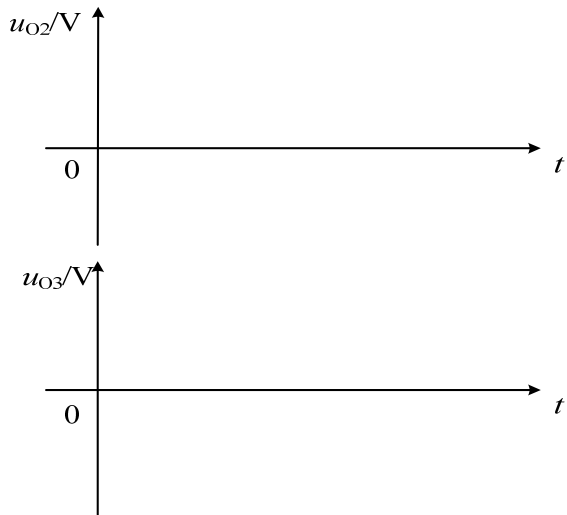


图 7(b)

八、(6分) 图 8 中 CW317 是一个输出电压可调的三端集成稳压器，输入与输出端的最小压差为 3V、最大压差为 40V，其它元件参数已经标注在图中。输出端 2 脚与公共端 1 脚之间的内部是一个标准稳压管，电压 $U_{21}=1.25\text{V}$ ，电阻 $R_1=200\Omega$ 、 $R_2=0\sim 1.8\text{k}\Omega$ ，公共端电流 I_A 可以忽略。要求：

1. 写出输出电压表达式，并计算在给定参数条件下输出电压的变化范围；
2. 写出 CW317 功耗的表达式，若输入电压 $U_1=18\text{V}$ ，求 CW317 功耗的极值，忽略 R_1 和 R_2 的电流。

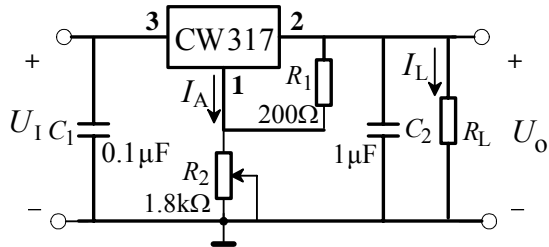


图 8

一、填空 (8分)

1. P _____; 增强型 MOSFET

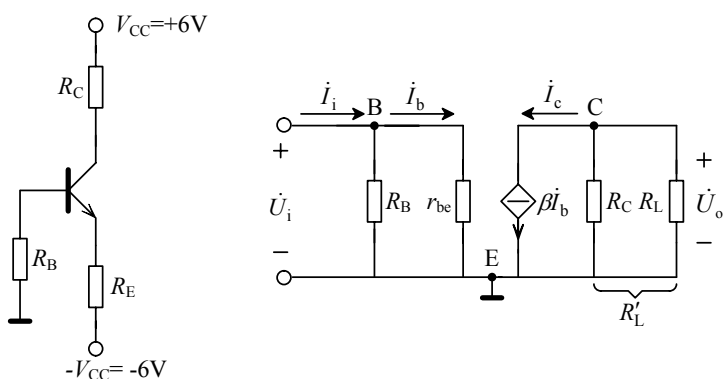
2.
$$\dot{A}_u = \frac{-1000 \times j \frac{f}{10^2} j \frac{f}{10}}{(1+j \frac{f}{10})(1+j \frac{f}{10^2})(1+j \frac{f}{10^5})(1+j \frac{f}{10^6})}$$
; 100 Hz。

3. 4W; C。

4. 100Ω; 10V~15V。

二

解: 1 (4分)



2 (2分)

$$0 - (-V_{CC}) = I_{BQ} \cdot R_B + U_{BE} + (1 + \beta) I_{BQ} \cdot R_E$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_B + (1 + \beta) R_E} \approx 0.01 \text{mA}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1 \text{mA}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - (-V_{CC}) - I_{CQ} (R_C + R_E) = 3.7 \text{V}$$

3 (4分)

$$r_{be} = 300 \Omega + (1 + \beta) \frac{26 \text{mV}}{I_{EQ}} = 2.9 \text{k} \Omega$$

$$\dot{A}_u = - \frac{\beta (R_C // R_L)}{r_{be}} \approx -121$$

$$R_i = R_B // r_{be} \approx 2.9 \text{k} \Omega$$

$$R_o = R_C = 7 \text{k} \Omega$$

4 (2分)

R_E 稳定静态工作点

C_E 旁路电容, 交流通路中将 R_E 短路。

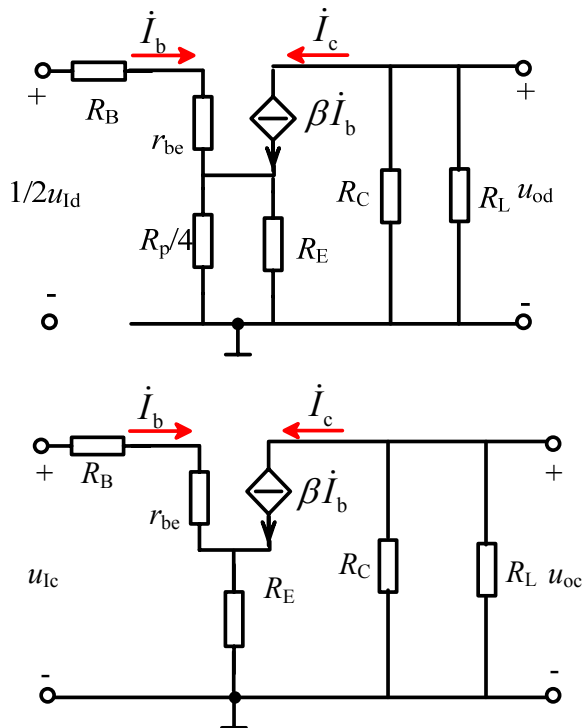
5 (2分)

$u_{im}=50\text{mV}$, $u_{om}=6\text{V}$, 输出非线性失真, (饱和截止同时发生), 输入幅值过大。

三

1. 差模 (2分)

共模 (2分)



2 (4分)

$$A_{ud} = -\frac{1}{2} \frac{\beta(R_C // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)((R_p / 4) // R_E)} \quad A_{uc} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E)}$$

$$u_O = U_{C1} + A_{ud}(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

$$u_{Omin} = U_{C1} + (-\frac{1}{2} \frac{\beta R_C}{R_B + r_{be}})(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

$$u_{Omax} = U_{C1} + (-\frac{1}{2} \frac{\beta R_C}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)((R_p / 2) // R_E)})(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

四

1 (2分)

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$$

2. (4分) 写出图 4.2 电路的级间反馈类型。

(a) R_4 、 C_3 , 电压串联负反馈; (b) R_f , 电流串联负反馈

3. (6分)

(a) 能振; $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$; $(1 + \frac{R_f}{R_1}) \frac{L_2}{L_1 + L_2} = 1$

(b) 能振; $f = \frac{1}{2\pi RC}$; $(1 + \frac{R_f}{R_{e1}}) = 3$

五

1 (2分) 上“-”下“+”;

2 (3分)

$$\frac{U_i(s)}{R_1 + \frac{1}{sC}} = -\frac{U_{o2}(s)}{R_2}$$

$$U_{o2}(s) = -\frac{R_4}{R_6} K U_{REF} U_o(s)$$

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{R_6 R_2}{R_1 R_4 K U_{REF}} \frac{R_1 s C}{1 + R_1 s C}$$

$$\text{通带电压放大倍数 } A_{up} = \frac{R_6 R_2}{R_1 R_4 K U_{REF}}$$

$$\text{截止频率 } f_p = \frac{1}{2\pi R_1 C}$$

3 (1分) 高通。

六

1 (2分) 精密整流

2 (3分) $u_{o1m} = 6V$ $f = 0.1kHz$

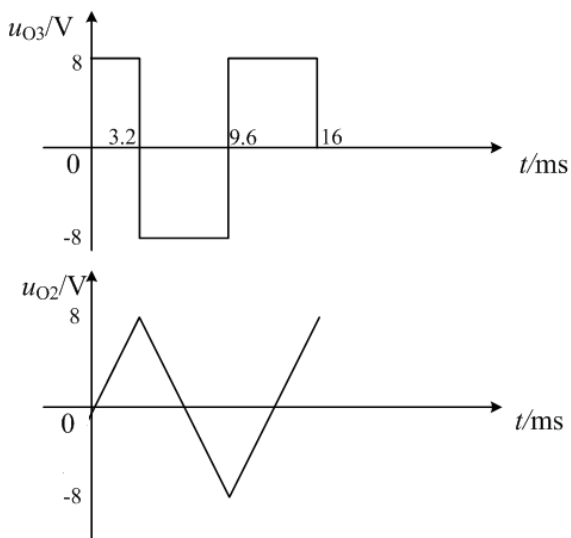
3 (2分) $u_{om} = 3V$ $f = 0.2kHz$

七

1 (1分) 限幅, 保护集成运放输入端

2 (2分) 压控振荡器

3 (4分)



4 (2分) $f = 80Hz$, 8V

八

解:

$$1. (4 \text{ 分}) \quad U_o = \frac{V_{\text{REF}}}{R_1} \times (R_1 + R_2) = V_{\text{REF}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\text{当 } R_2=0 \text{ 时} \quad U_o=1.25\text{V}$$

$$\text{当 } R_2=1.8\text{k}\Omega \text{ 时} \quad U_o=12.5\text{V}$$

$$2. (2 \text{ 分}) \quad P = U_{32} I_L = (U_1 - U_o) \times \frac{U_o}{R_L} = \frac{U_1 U_o}{R_L} - \frac{U_o^2}{R_L}$$

$$\frac{dP}{dU_o} = \frac{U_1}{R_L} - 2 \frac{U_o}{R_L} = 0 \quad U_1 = 2U_o \quad P = (18 \times 9 - 9^2) / R_L = 81 / R_L$$

主管
领导
审核
签字

哈尔滨工业大学 2016 学年 春 季学期

模拟电子技术基础 试 题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									
阅卷人									

注意行为规范 遵守考场纪律

授课教师

姓名

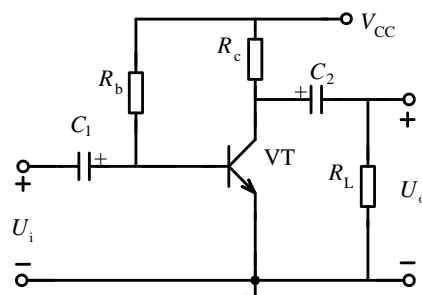
学号

院系

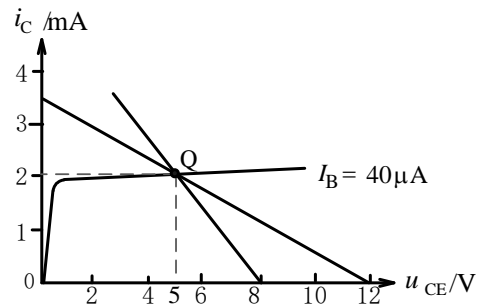
得分

一、填空 (8 分)

1. 放大电路如图 1.1 (a) 所示, 晶体管的输出特性曲线以及放大电路的交、直流负载线如图 1.1 (b) 所示, $U_{CES}=0.3V$ 。若不断加大输入正弦波电压的幅值, 该电路输出波形先出现_____ (A.底部失真 B.顶部失真 C.底部顶部同时失真), 为了消除失真, 电阻 R_c 应_____ (A.调大 B.调小 C.不起作用)。



(a)



(b)

图 1.1

2. 某场效应管的转移与输出特性曲线如图 1.2 所示, 说明该管为_____ (N; P) 沟道_____ (结型; 增强型 MOSFET; 耗尽型 MOSFET) 场效应管。

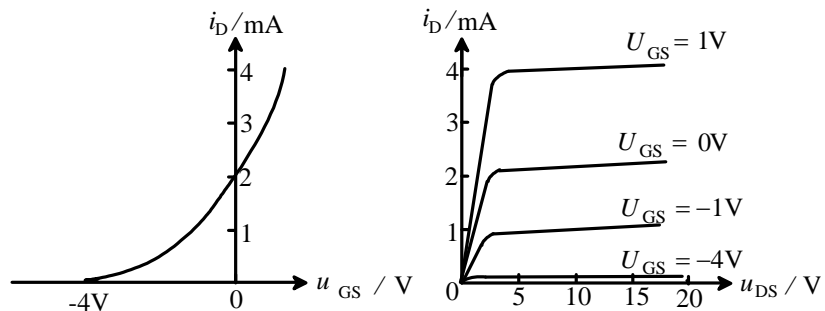


图 1.2

密
封
线

3. 若放大器输入端接电流源型输入信号, 应采用_____ (A.串联 B.并联) 负反馈, 若希望放大器电路输出电阻较小, 应采用_____ (A.电压 B.电流) 负反馈。

4. 某直流电压源的变压、整流、电容滤波部分如图 1.3 所示。其中, 变压器副边电压 u_2 的有效值 $U_2=10\text{V}$, $R_L=20\Omega$, $R_L \cdot C$ 介于 $(3 \sim 5) \frac{T}{2}$, T 为工频交流信号的周期。在选择整流二极管时, 试估算: 负载电阻 R_L 上的电流平均值 $I_{L(AV)}=$ _____ ; 整流二极管的最大反向工作电压 U_{RM} 至少为_____。

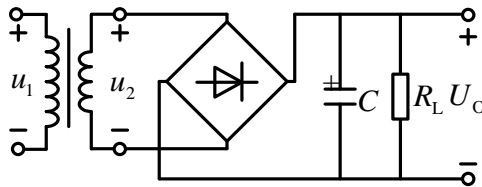


图 1.3

得分

二、(14 分) 直接耦合两级放大电路如图所示, 两只三极管规格参数一致, 电路中所有电容足够大。

1. (计算数值) 已知 $U_{BE1}=U_{BE2}=0.7\text{V}$, $\beta_1=\beta_2=50$, 忽略 VT_2 基极电流 I_{B2} 的影响, 计算各级静态工作点 (I_{C1} , U_{CE1} , I_{C2} , U_{CE2})。

2. (写表达式, 不必计算具体数值) 已知 r_{be1} , r_{be2} , β_1 , β_2 , 画出微变等效电路, 写出电路的输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 、中频电压放大倍数 $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 的表达式。

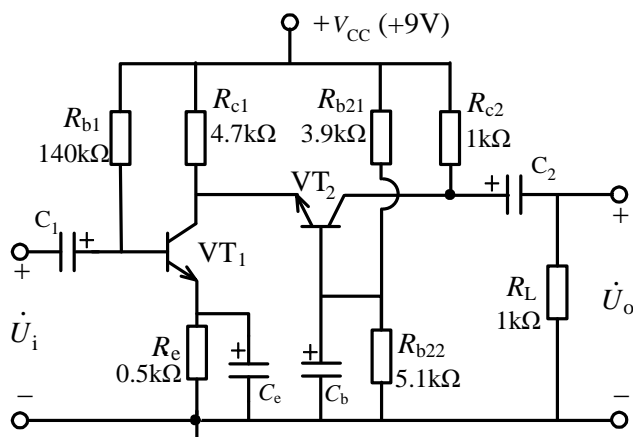


图 2

院系 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 授课教师 _____

.....线.....封.....密.....

得分

三、(12分) 简答题。

1. 互补功率放大电路如图 3.1 所示。 $V_{CC} = \pm 15V$, $R_L = 5\Omega$, u_i 为正弦电压, 忽略晶体管饱和导通压降。请估算:

(1) 每个管子的管耗 P_{CM} 至少应为多少?

(2) 每个管子的耐压 $|U_{(BR)CEO}|$ 至少应为多少?

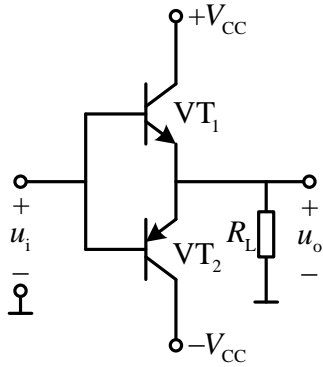


图 3.1

2. 连接图 3.2 中①~⑥使之产生正弦波振荡, 并写出其振荡频率表达式。(忽略互感)

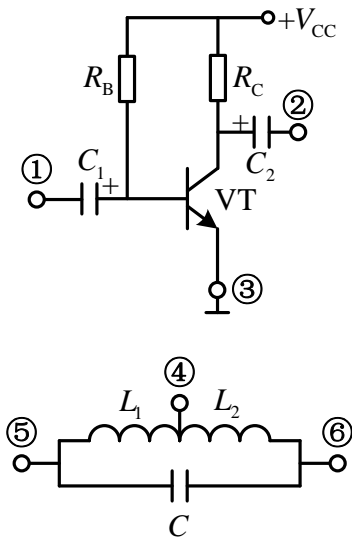


图 3.2

3. 由三端集成稳压器构成电路如图 3.3 所示。 $U_{21} = 1.25V$, 在输入直流电压 U_I 足够大的情况下, 求输出电压 U_O 的可调范围? (调整端电流 I_A 可忽略不计)

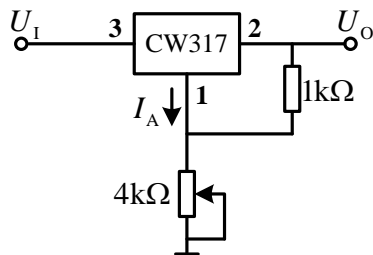


图 3.3

院系 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 授课教师 _____

得分

四、(8分) 差分放大电路如图4所示。差分对管电流放大倍数均为 β 。

1. 画出 VT_1 所在半边直流通路，并写出晶体管的**发射极**静态电流表达式。(发射结压降均为 U_{BE} ，基极静态电流很小可以忽略。)
2. 分别画出 VT_1 所在半边差模、半边共模微变等效电路。
3. 晶体管动态输入电阻 r_{be} 已知，写出**差模**电压放大倍数 A_{ud} 的表达式。

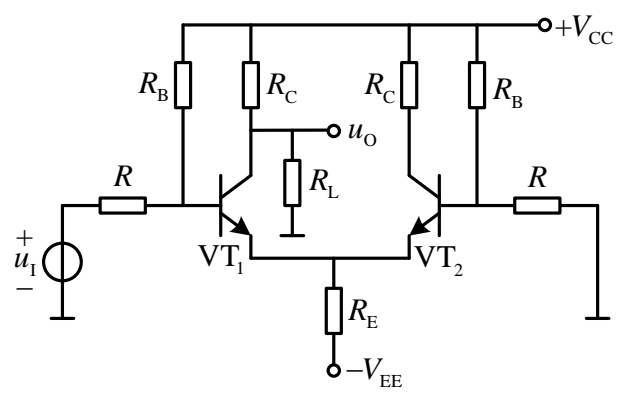


图4

密 封 线

得分

五、(6分) 电路如图 5.1 所示，图中 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 均为理想运算放大器，已知 $u_{I1}=4V$ ， $u_{I2}=1V$ ，问：

- (1) A、B 点的电位。
- (2) 设 $t=0$ 时刻，电容 C 两端电压为 $0V$ ，画出输出 u_o 随时间变化的波形，并计算相应坐标值。

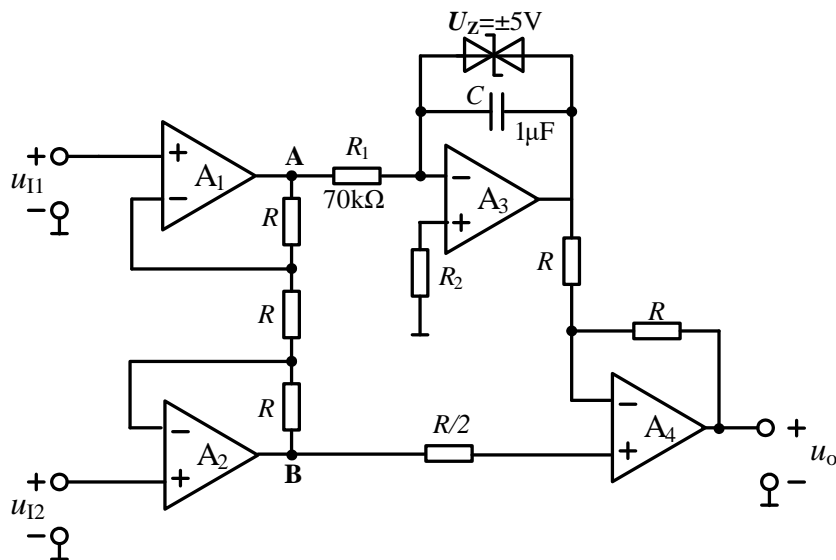


图 5.1

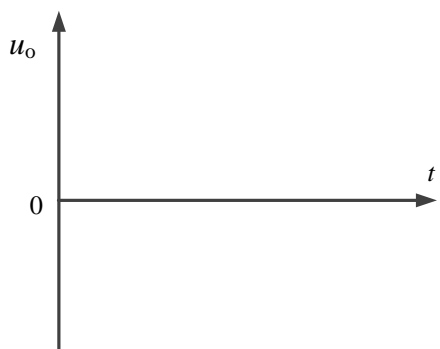


图 5.2

授课教师 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 院系 _____

得分

六、(6分) 电路如图 6 所示。其中 A 为理想集成运放。

1. 若要构成电流负反馈电路，从而稳定电路的输出电流，应该如何连接图中①~⑦各点？(不允许额外添加电路器件)
2. 在前一问的基础上，写出电路级间反馈的反馈系数表达式。(将等效负载电流 i_C 看做输出电流)
3. 在深度负反馈条件下，写出电路闭环电压放大倍数 $\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 的表达式。

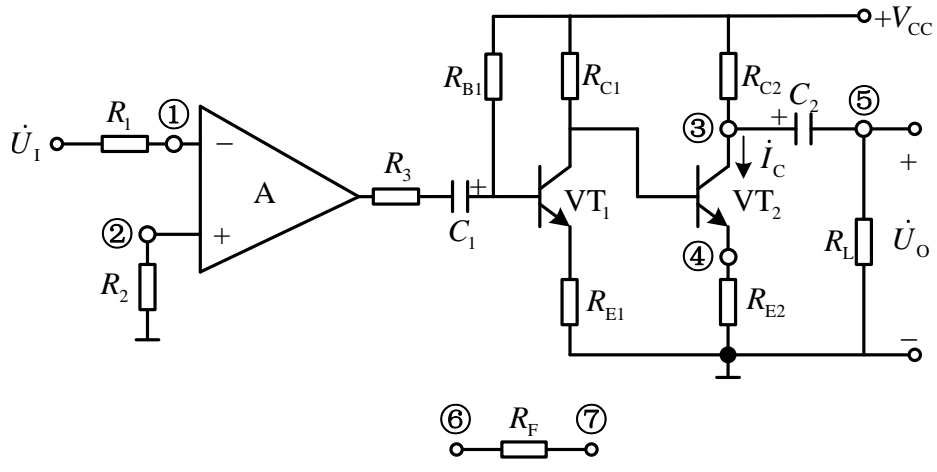


图 6

密 封 线

得分

七、(6分) 电路如图7所示, 运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性, 模拟乘法器乘积系数 $K > 0$, $U_{REF} > 0$ 。回答以下问题:

1. 求电路频率响应 $\dot{A}_v(\omega) = \frac{\dot{U}_o(\omega)}{\dot{U}_i(\omega)}$ 的表达式、通带电压放大倍数的表达式和截止频率的表达式;
2. 说明该电路为哪种类型的滤波器(低通、高通、带通、带阻)?
3. 若 U_{REF} 为可调直流电源, 则 U_{REF} 的功能是什么?

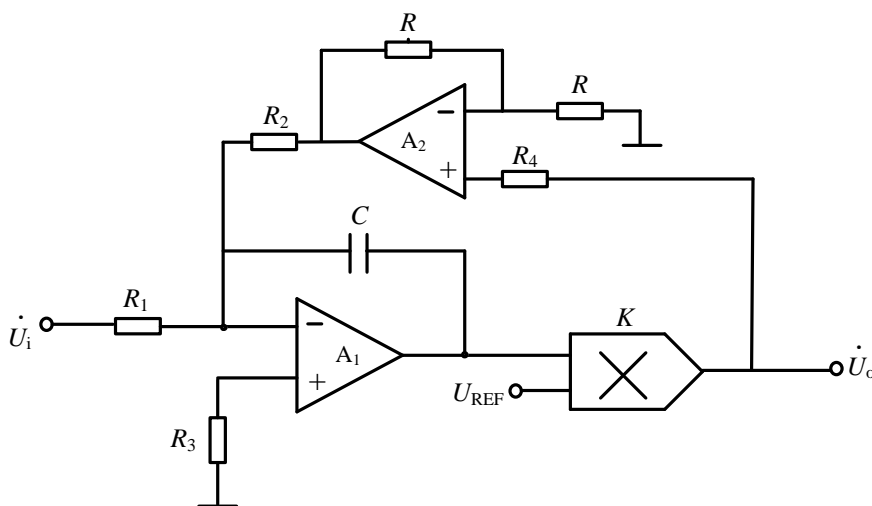


图 7

授课教师 _____
 姓名 _____
 学号 _____
 院系 _____

得分

八、(10分) 非正弦波振荡电路如图 8.1 所示。A₁、A₂ 均为理想集成运放；U_R 固定且 U_R > 0；t = 0 时，u_{O1}(0) = +U_Z、u_{O2}(0) = 0。

- 若要电路产生非正弦波振荡，则正电压 U_R 的变化范围是多少？
- 在图 8.2 中定性画出 u_{O1}、u_{O2} 随时间变化的曲线。
- 若要 u_{O1} 的占空比为 40%，则 U_R 应该是多少？此时电路的振荡周期是多少？

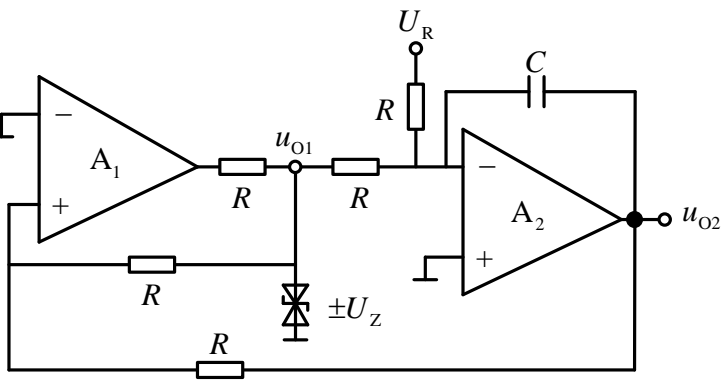


图 8.1

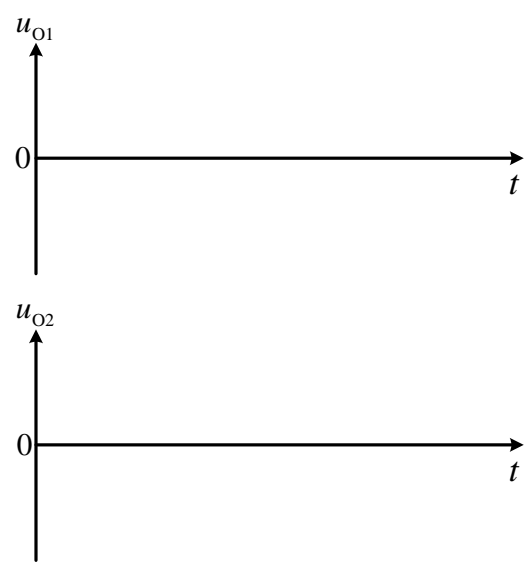


图 8.2

一、填空（8分，每空1分）

1. B.顶部失真；A.调大。
2. N沟道；耗尽型 MOSFET。
3. B.并联；A.电压。
4. 0.6A； $\sqrt{2}U_2=14.14V$ 。

二、（14分）

1. （共5分）

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b1} + (1 + \beta_1)R_e} = \frac{9V - 0.7V}{140k\Omega + (1 + 50) \cdot 0.5k\Omega} = 0.05mA \quad \left. \vphantom{I_{B1}} \right\} \text{---1分}$$

$$I_{C1} = \beta_1 I_{B1} = 2.5mA$$

$$U_{E1} \approx I_{C1} \cdot R_e = 1.25V$$

$$U_{B2} = V_{CC} \cdot \frac{R_{b22}}{R_{b21} + R_{b22}} = 5.1V \quad \left. \vphantom{U_{B2}} \right\} \text{---1分}$$

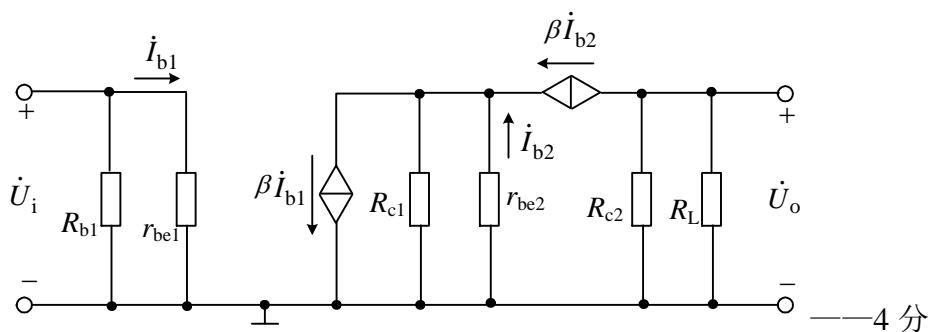
$$U_{E2} = U_{C1} = 4.4V$$

$$U_{CE1} = U_{C1} - U_{E1} = 3.15V \quad \text{---1分}$$

$$I_{C2} \approx I_{E2} = I_{C1} - I_{R_{C1}} = 2.5mA - \frac{9V - 4.4V}{4.7k\Omega} \approx 1.5mA \quad \text{---1分}$$

$$U_{CE2} = 9V - I_{C2} \cdot R_{c2} - U_{E2} = 3.1V \quad \text{---1分}$$

2. （共9分）



$$R_i = R_{b1} // r_{be1} \quad \text{---1分}$$

$$R_o \approx R_{c2} \quad \text{---1分}$$

$$\dot{A}_u = - \frac{\beta_1 (R_{c1} // \frac{r_{be2}}{1 + \beta_2})}{r_{be1}} \cdot \frac{\beta_2 (R_{c2} // R_L)}{r_{be2}} \quad \text{---3分}$$

三、(12分) 简答题。

1. (共4分)

(1) $P_{o_{max}} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = 22.5W$ ——1分

$P_{CM} > P_{T_{max}} = 0.2P_{o_{max}} = 4.5W$ ——1分

(2) $|U_{(BR)CEO}| > 2V_{CC} = 30V$ ——2分

2. (共4分)

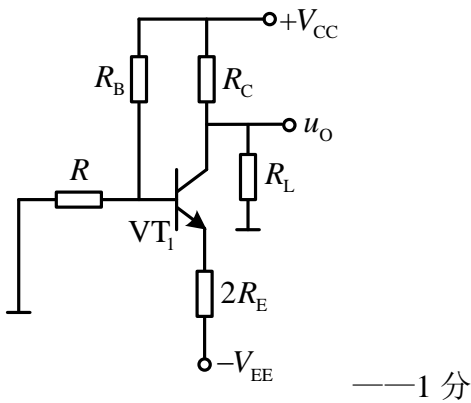
③-④, ①-⑤, ②-⑥ ——2分

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$ Hz ——2分

3. (共4分) $1.25V$ (2分) $\leq U_O \leq 6.25V$ (2分)

四、(8分)

1. 半边直流通路。

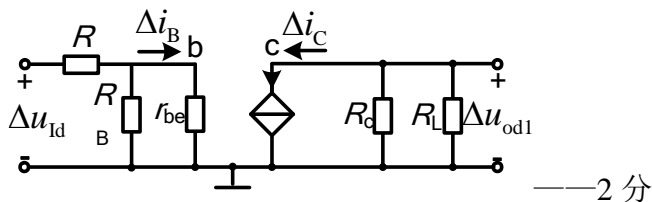


——1分

$U_B \approx V_{CC} \cdot \frac{R}{R + R_B}$, $I_E = \frac{U_B - U_{BE} + V_{EE}}{2R_E}$ ——1分

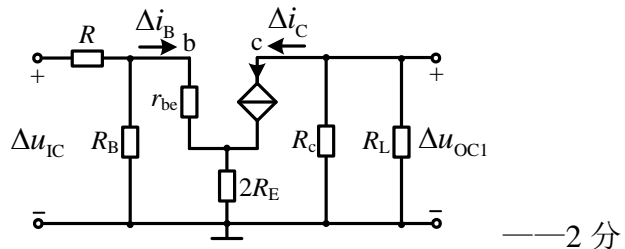
2.

半边差模微变等效电路



——2分

半边共模微变等效电路



——2分

3. $\frac{1}{2} \Delta u_{Id} = \Delta i_B \cdot r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}$, $\Delta u_{Od} = -\Delta i_C \cdot (R_C \parallel R_L)$

$A_{ud} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta u_{Od1}}{\frac{1}{2} \Delta u_{Id}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta i_C \cdot (R_C \parallel R_L)}{\Delta i_B \cdot r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\beta \cdot (R_C \parallel R_L)}{r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}}$ ——2分

五、(6分)

(1) $U_A = 7V$ (1分) $U_B = -2V$ (1分)

(2)

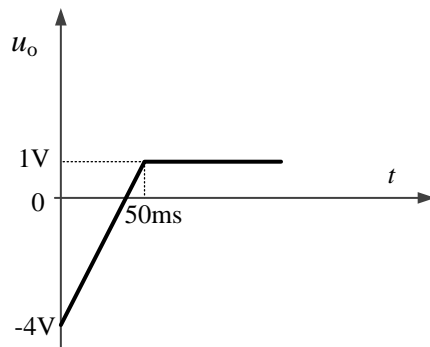
$$u_o = 2U_D - u_{o3}, U_D = -2V,$$

$t=0$ 时刻, $u_{o3} = 0V$, 所以 $u_o = -4V$ 。 (1分)

$u_{o3} = -5V$ 时, 输出稳定, 稳定值为 $u_o = 1V$ 。 (1分)

$$\Delta u_{o3} = -\frac{1}{R_1 C} \square U_A \square \Delta t = -\frac{1}{70 \times 10^3 \times 10^{-6}} \times 7 \times \Delta t = -5V$$

$$\Delta t = 50ms \quad (1分)$$



(1分)

六、(6分)

1. ②-⑥, ④-⑦——2分

$$2. \dot{F}_{ui} = \frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_c} = \frac{\dot{I}_c \cdot \frac{R_{E2}}{R_2 + R_F + R_{E2}} \cdot R_2}{\dot{I}_c} = \frac{R_{E2} \cdot R_2}{R_2 + R_F + R_{E2}} \text{——2分}$$

$$3. \dot{A}_{ui} = \frac{\dot{I}_c}{\dot{U}_i} \approx \frac{1}{\dot{F}_{ui}} = \frac{R_2 + R_F + R_{E2}}{R_{E2} \cdot R_2} \text{——1分}$$

$$\dot{A}_{uo} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_c (R_{C2} \square R_L)}{\dot{U}_i} = -\frac{R_2 + R_F + R_{E2}}{R_{E2} \cdot R_2} \cdot (R_{C2} \square R_L) \text{——1分}$$

七、(6分)

1.

$$\dot{U}_o = KU_{REF}\dot{U}_{o1}$$

$$\dot{U}_{o1} = -\left(\frac{\dot{U}_{o2}}{j\omega R_2 C} + \frac{\dot{U}_i}{j\omega R_1 C}\right)$$

$$\dot{U}_{o2} = 2\dot{U}_o$$

$$\frac{\dot{U}_o(\omega)}{\dot{U}_i(\omega)} = -\frac{R_2}{2R_1 + \frac{R_1 R_2 C}{KU_{REF}} j\omega} = -\frac{R_2}{2R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2 C}{2KU_{REF}} j\omega} \quad (2分)$$

$$A_{up} = -\frac{R_2}{2R_1} \quad (1分)$$

$$f_p = \frac{KU_{REF}}{\pi R_2 C} \quad (1分)$$

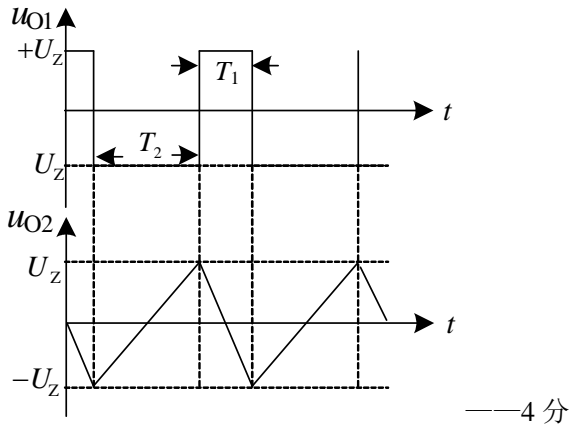
2. 低通 (1分)

3. 调整滤波器的上限截止频率。(1分)

八、(10分)

1. $0 < U_R < U_Z$ —— 2分

2. 要体现出 $T_1 < T_2$



3.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{U_Z + U_R}{R} \cdot T_1 = \frac{U_Z - U_R}{R} \cdot T_2, \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{U_Z - U_R}{U_Z + U_R} = \frac{2}{3}, \quad \text{所以 } U_R = \frac{1}{5} U_Z \text{ —— 2分}$$

$$-U_Z = U_Z - \frac{1}{C} \int_0^{T_1} \frac{6}{5} \cdot \frac{U_Z}{R} dt, \quad T_1 = \frac{5}{3} RC, \quad T_2 = \frac{5}{2} RC, \quad T = T_1 + T_2 = \frac{25}{6} RC \text{ —— 2分}$$