



網學天地
www.e-studysky.com

十套名校模电 考研真题、答案与详解



网学天地（www.e-studysky.com）出品

版权所有，翻录必究！

目 录

1 华南理工大学 2011 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析	1
2 北京邮电大学 2009 年《电子电路》考研真题、答案与解析	4
3 西安交通大学 2008 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析	11
4 南开大学 2011 年《电子综合基础》考研真题、答案与解析	15
5 复旦大学 2009 年《电子线路与集成电路设计》考研真题、答案与解析	18
6 哈尔滨工业大学 2010 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析	22
7 兰州大学 2009 年《电子线路》考研真题、答案与解析	26
8 吉林大学 2010 年《电子技术》考研真题、答案与解析	30
9 华中科技大学 2008 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析	35
10 重庆大学 2010 年《电子技术一》考研真题、答案与解析	40



1 华南理工大学 2011 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析

模拟部分

一、(20 分) 放大电路如图 1-1 (a) 所示, 三极管的输出特性曲线及放大电路的交、直流负载线如图 1-1 (b) 所示, 设 $U_{BE}=0.6V$, $r'_{bb}=200\Omega$, 试问: (1) 计算 R_B 、 R_C 、 R_L ; (2) 若不断加大输入正弦波电压的幅值, 该电路先出现截止失真还是饱和失真? 当出现失真时, 输出电压的峰-峰值为多大? (3) 计算放大电路的输入电阻、电压放大倍数和输出电阻; (4) 若三极管参数和负载电阻都不变, 要提高不产生失真的输入电压幅值, 偏置电阻 R_B 、 R_C 需如何调整?

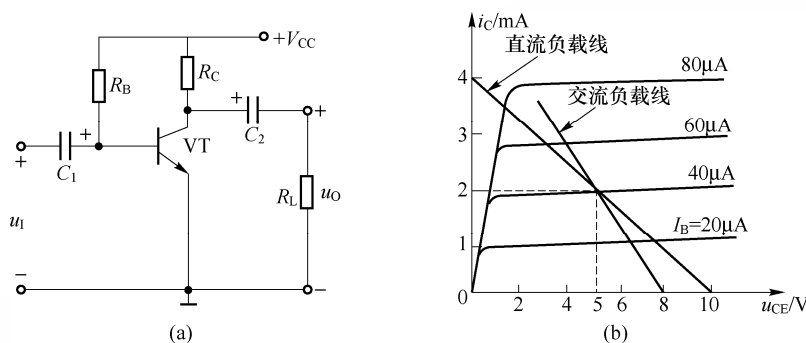


图 1-1

解: (1) 由于直流负载线方程为 $u_{CE} = V_{CC} - i_c R_C$, 所以直流负载线的斜率为 $-\frac{1}{R_C}$, 由图示直流负载线与横坐标的交点可知 $V_{CC} = 10V$, 静态工作点处 $i_C = 2mA$, $u_{CE} = 5V$, 可得:

$$R_C = 2.5k\Omega$$

交流负载线斜率为 $-\frac{1}{R_C // R_L} = -\frac{2}{3}$, 可得: $R_L = 3.75k\Omega$

由题图可知 $I_{BQ} = 40\mu A$, 依据静态工作点则有: $V_{CC} - V_{BE} = I_{BQ} R_B$

因此可得: $R_B = 235k\Omega$

(2) 在有负载时输入信号增大到一定幅值时, 电路首先出现截止失真。

输出电压的峰-峰值为: $2u_{CE} = 10V$

(3) 输入电阻为: $R_i = R_B // r_{be} \approx r_{be} = r'_{bb} + (1 + \beta) \frac{26 \times 10^{-3}}{I_C} = 863\Omega$

电压放大倍数为: $A_v = -\frac{(\beta + 1)(R_C // R_L)}{r_{be}} = -86.9$

输出电阻为: $R_o \approx R_C = 2.5k\Omega$

(4) 减小 R_B , 增大 R_C 。

二、(10 分) 电路如图 1-2 所示, 设晶体管 VT_1 、 VT_2 特性完全对称, β 很大, $V_{CC}=12V$, $U_{BE}=0.7V$ 。开关 S 先闭合, 然后打开, 试求: (1) VT_2 集电极电流 i_{C2} 为多少? (2) 经过 1s 以后 u_O 为多少?

解: (1) 由题图可得, 流过 R 的电流为: $I = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R} = \frac{12 - 0.7}{10} = 1.13mA$

因为电路为基本镜像电路， β 很大，故基极电流可以忽略，且 $i_{C2}=i_{C1}=I$ ，所以集电极电流 i_{C2} 为 1.13mA 。

(2) 由电容充电公式 $V_C = V_{CC}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ 可知，经过 1s 钟以后电容上的电压为 4.7V ，所以输出电压为：

$$u_O = 7.3\text{V}$$

三、(15 分) 理想运放构成的同相比例放大电路如图 1-3 所示，试回答下面问题：(1) 指出该电路的反馈网络，判断其反馈的极性和类型，说明判断理由；(2) 写出闭环电压增益 \dot{A}_{uf} 的表达式；(3) 当该电路出现以下故障时，输出电压有何变化：(A) R_1 短路；(B) R_F 短路；(C) R_1 开路；(D) R_F 开路。

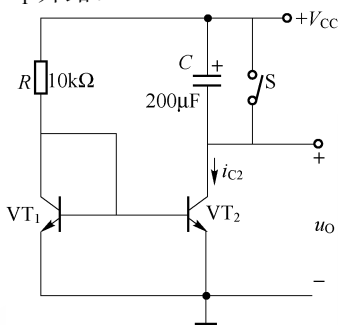


图 1-2

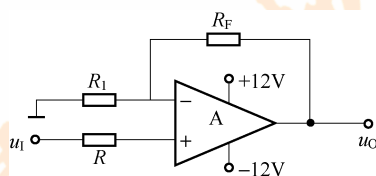


图 1-3

解：(1) 该电路的反馈网络为 R_F ，其反馈的极性和类型为电压串联负反馈，因电路为同相比例运算电路，所以为串联反馈。根据瞬时极性法判断，为负反馈，且为电压负反馈。

(2) 由理想运放的“虚断”和“虚短”，可得闭环电压增益为：

$$\dot{A}_{uf} = \frac{u_O}{u_I} = 1 + \frac{R_F}{R_1}$$

(3) 当 R_1 短路时，输出电压无穷大；

当 R_F 短路时，输出电压等于输入电压，闭环电压增益等于 1；

当 R_1 开路时，输出电压等于输入电压，闭环电压增益等于 1；

当 R_F 开路时，输出电压无穷大。

四、(15 分) 电路如图 1-4 所示，设 A_1 和 A_2 为理想运放。试分析电路能否产生方波、三角波信号，若不能产生振荡，在不增减元器件的情况下画出改正后的电路

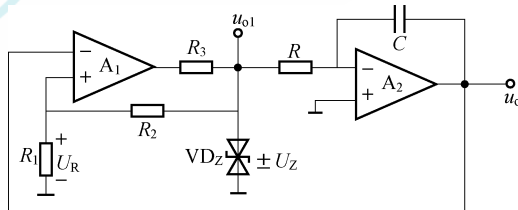


图 1-4

解：方波-三角波发生电路应包括比较器和 RC 积分器两大部分，但是此电路的比较器部分同向输入端和反向输入端接反，故不能产生方波、三角波信号。

改正后的电路如图 1-5 所示。

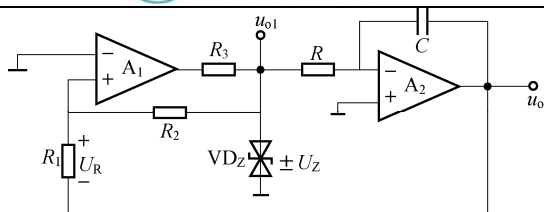


图 1-5

五、(15 分) 试设计一个 $A_{if}=10$ 的负反馈放大电路，用于驱动 $R_L=50\Omega$ 的负载。它由一个内阻为 $R_s=10k\Omega$ 的电流源提供输入信号。所用运算放大器的参数为： $R_i=10k\Omega$ ， $R_o=100\Omega$ ，低频电压增益 $A_{vo}=10^4$ 。(1) 要求只用一个运算放大器，所用电阻最少；(2) 画出所设计的完整电路，并简要说明设计理由，若采用了负反馈电路需说明反馈回路的组态；(3) 指出所选用电阻的阻值。

解：画出所设计的完整电路如图 1-6 所示。

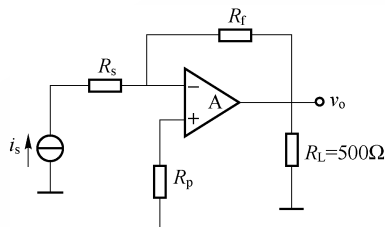


图 1-6

反馈电路由 $R_s=10k\Omega$ 的电流源提供输入信号，且 $A_{if}=10$ ，所设计的电路为电流并联负反馈，电压放大倍数可表示为：

$$A_{vo} = \frac{v_o}{v_s} = A_{if} \cdot \frac{R'_L}{R_s}$$

由此可得输入电阻为 $R_i=10k\Omega$ ，故： $R_p=10k\Omega$

反馈电阻为：

$$R_f = 50\Omega$$

2 北京邮电大学 2009 年《电子电路》考研真题、答案与解析

模拟部分 (75 分)

一、选择题 (每空 1.5 分, 共 15 分)

1. 一个硅二极管在正向电压 $U_D=0.6V$ 时, 正向电流 $I_D=10mA$, 若 U_D 增加 10% (即 $0.66V$), 则电流 I_D ()。

- A. 也增加 10% B. 增大一倍 C. 增大到原来的 10 倍 D. 基本不变

答案: C

2. 晶体管参数受温度影响较大, 当温度升高时, 晶体管的 β 、 I_{CBO} 、 U_{BE} 的变化情况为 ()。

- A. β 增大, I_{CBO} 和 U_{BE} 减小 B. β 和 I_{CBO} 增大, U_{BE} 减小
C. β 和 U_{BE} 减小, I_{CBO} 增大 D. β , I_{CBO} , U_{BE} 都增大

答案: B

3. 场效应管放大电路如图 2-1 所示, 静态时该电路的栅极电位 U_G 等于 ()。

- A. 零 B. $I_D R_G$ C. $-I_D R_s$

答案: A

4. 阻容耦合放大电路在高频段电压放大倍数下降的原因是 ()。

- A. 耦合电容的影响
B. 晶体管的结电容和导线的分布电容的存在, 以及电流放大系数 β 的下降
C. 发射极旁路电容的影响

答案: B

5. 在负反馈放大电路中, 随着反馈深度的增加, 则闭环电压放大倍数的稳定性将 ()。

- A. 降低 B. 提高 C. 不变

答案: B

6. 无输出电容器的互补对称功率放大电路 (OCL), 电源电压为 $\pm 12V$, 输入正弦信号 u_i 的幅度足够大, 则输出正弦波幅度最大约等于 ()。

- A. 12V B. 24V C. 6V

答案: A

7. 稳压管 2CW22、2CW20 的稳压值的电压温度系数分别为 $-0.05\%/^{\circ}C$, $0.095\%/^{\circ}C$, 在图 2-2 中的 ()、() 接法能起到减小温度对稳压值的影响。

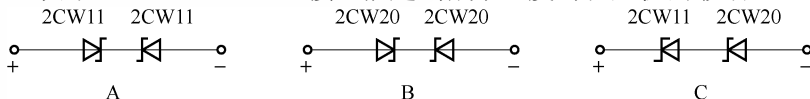


图 2-2

答案: B C

8. 集成运放的输入失调电压 U_{IO} 是 ()。

- A. 两个输入端电压之差 B. 输入端都为零时的输出电压
C. 输出端为零时输入端的等效补偿电压

答案: C

9. 电路如图 2-3 所示, 欲使后级 c 点向前级引入负反馈, 则应 ()。

A. c 端和 b 端连接

B. c 端和 d 端连接

C. c 端和 a 端连接

答案: C

二、判断题 (每小题 1.5 分, 共 9 分)

1. 输入电阻、输出电阻、增益、频率响应和非线性失真足衡量放大电路品质优劣的主要性能指标。

答案: 对

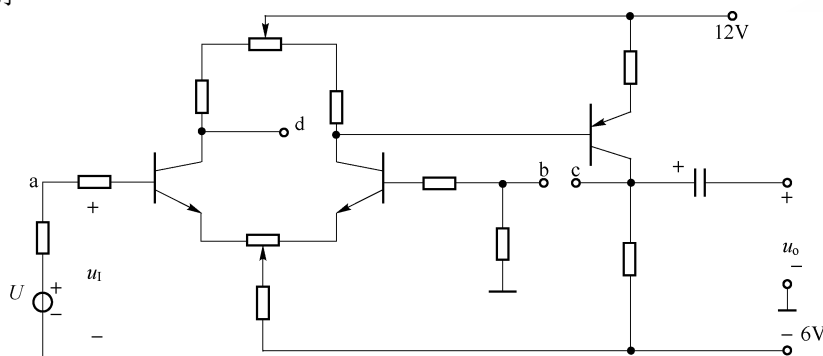


图 2-3

2. 共集电路又称为电压跟随器; 共基电路又称为电流跟随器。

答案: 对

3. 改善放大电路低频响应的方法是采用直接耦合放大电路; 改善高频响应的较好方法是采用共基电路。

答案: 对

4. 用一定频率的方波信号去测试某放大电路的频率响应, 若方波响应很好, 则电路的频带较宽。

答案: 对

5. 放大电路的图解分析法是承认电子器件的非线性一种直观的信号分析方法。

答案: 对

6. 在串联负反馈电路中, 信号源内阻 R_s 的值越小, 反馈效果越好。

答案: 对

三、计算题 (共 7 题, 51 分)

1. (8 分) 电路如图 2-4 所示, 要求: (1) 按图中给出的 u_i 正方向给出 u_o 的极性; (2) 分别列出第一级, 第二级及放大电路总的电压放大倍数的表达式 (用图示参数表示, 忽略 R_p); (3) 说明 R_2 的作用。

解: (1) u_o 极性如图 2-5 所示。

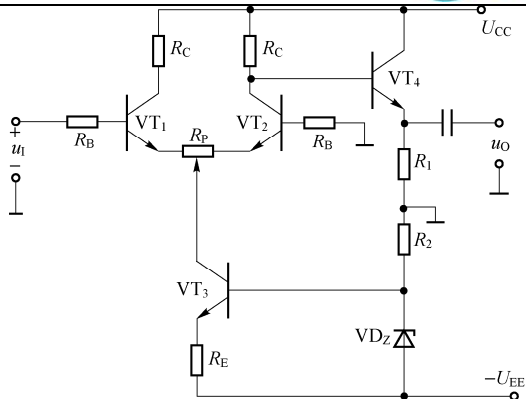


图 2-4

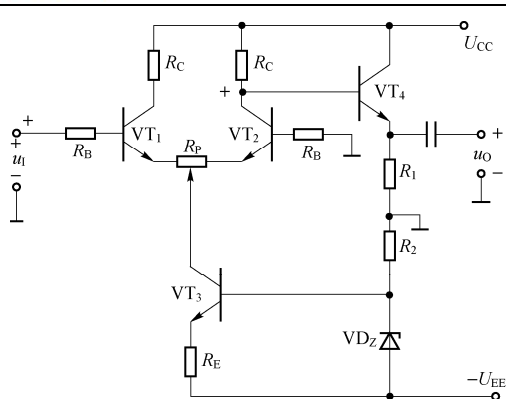


图 2-5

(2) 第一级放大电路的电压放大倍数为:

$$A_{u1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\beta_1 [R_C // r_{be2} + (1 + \beta_2) R_1]}{R_B + r_{be1}}$$

第二级放大电路的电压放大倍数为:

$$A_{u2} = \frac{(1 + \beta_2) R_1}{r_{be2} + (1 + \beta_2) R_1}$$

(3) R_2 作为 VD_Z 的限流电阻, 也可以认为 R_2 是 VT_3 和 VD_Z 构成恒流源的参考电阻。

2. (8 分) 电路如图 2-6 所示, 已知: 稳压管 VD_Z 的稳定电压 $U_Z = 10V$, 试求当 R_2 的变化范围为 $0 \sim 100\Omega$, $u_i = -15V$ 时, 输出电流 I_L 的变化范围。

解: 首先用“瞬时极性法”判别图示电路为深负反馈电路。此时理解运放 A 一定满足“输入虚短和虚断”, 从而使 $U_+ = U_-$, $I_+ = I_- = 0$ 。

简化原电路为如图 2-7 所示电路, 可得: $U_- = U_+ = -5V$, $I_+ = I_- = 0$, $I_E = I_L = I_{R2}$

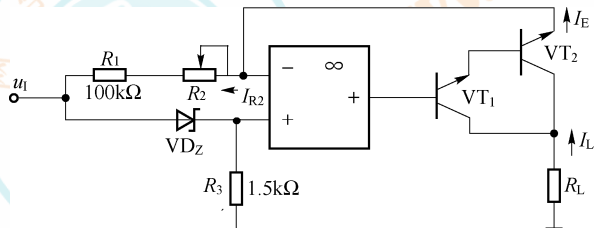


图 2-6

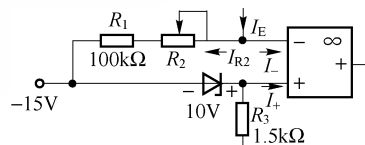


图 2-7

所以, 当 $R_2 = 0$ 时, 有:

$$I_L = I_E = I_{R2} = \frac{-5 - (-15)}{100} = 100mA$$

当 $R_2 = 100\Omega$ 时, 有:

$$I_L = I_E = I_{R2} = \frac{-5 - (-15)}{200} = 50mA$$

所以 I_L 的变化范围为 $50 \sim 100mA$ 。

3. (8 分) 电路如图 2-8 所示, 要求: (1) 给出本级和级间的所有反馈支路, 用瞬时极性法判断反馈极性和交流负反馈的反馈类型; (2) 画出电路的小信号等效电路模型, 并求出电路的电压放大倍数。

解: (1) 在直流状态下, C_2 开路, 通过 R_2 、 R_3 构成直流级间电压并联负反馈 (若 R_3 恒定, 也可视为电流并联负反馈)。

由图可知, C_1 、 C_2 和 C_3 均为电解电容 (μF 级), 在中频段均可视为交流短路, 可画出交流

通路如图 2-9 所示, 此时, $R_5//R_3$ 构成 VT_2 本级的交流全电压串联负反馈。

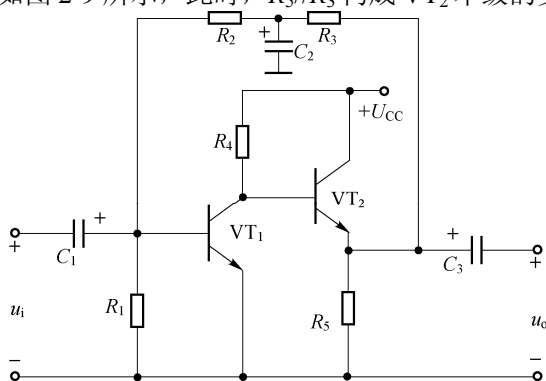


图 2-8

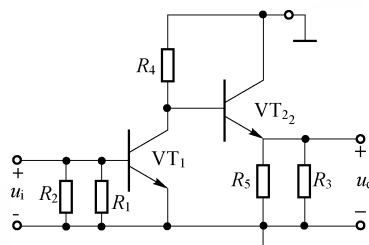


图 2-9

(2) 小信号等效电路模型如图 2-10 所示, 可得电压放大倍数为:

$$A_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{u_o}{u_{o1}} \cdot \frac{u_{o1}}{u_i} = \frac{(1 + \beta_2)(R_5 // R_3)}{r_{be2} + (1 + \beta_2)(R_5 // R_3)} \cdot \frac{\beta_1 [R_4 // r_{be2} + (1 + \beta_2)(R_5 // R_3)]}{r_{be1}}$$

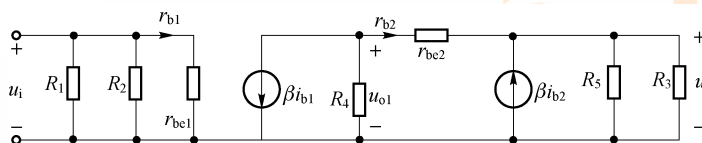


图 2-10

4. (5 分) 如图 2-11 所示是某放大电路在低频段的等效电路, 求其下限频率 f_L 。

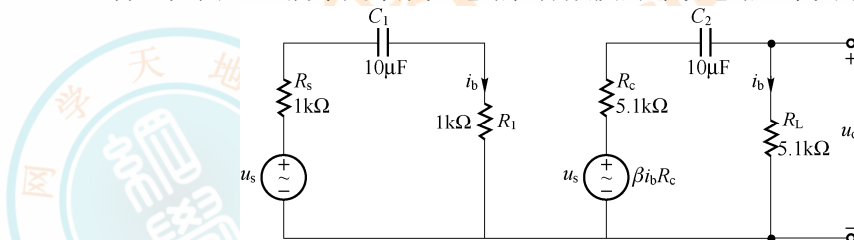


图 2-11

解: 由题意, 有:

$$\tau_1 = C_1(R_s + R_1) = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\tau'_1 = C_1(R_C + R_L) = 10.2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

可见, f_L 主要由 τ_1 决定, 则有: $f_L \approx \frac{1}{2\pi\tau_1} \approx 6 \text{ Hz}$

5. (8 分) 电路如图 2-12 所示, 试定性画出 u_{o1} 、 u_{o2} 、 u_{o3} 、 u_{o4} 波形 (只需画一个周期), 设 $U_1 \sim U_4$ 均为理想运算放大器, 电容上的初始电压为 0 V , $R_4 C$ 的值很大, u_{o4} 的变化不超出线性的范围。

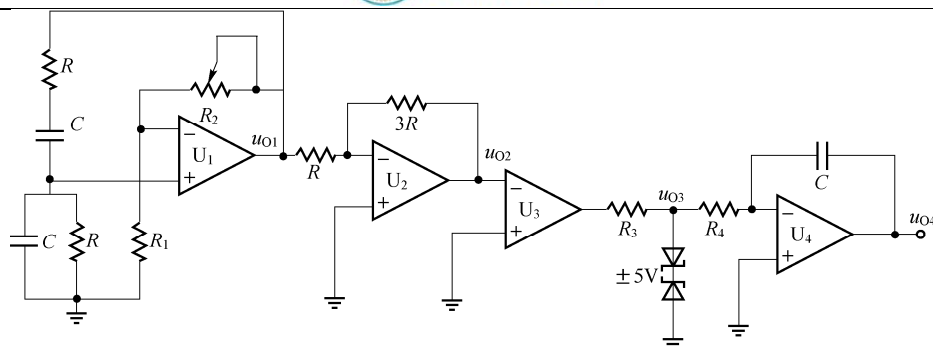


图 2-12

解: u_{01} 、 u_{02} 、 u_{03} 、 u_{04} 波形如图 2-13 所示。其中, U_1 为理想运放构成的文氏桥正弦振荡电路, 其输出波形为 u_{01} ; U_2 为反相输入比例运算器 $A_u = -\frac{3R}{R} = -3$; U_3 为反相输入过零比较器; U_4 为反相输入积分器。

6. (9 分) 电路如图 2-14 所示, 已知 VT_1 和 VT_2 的饱和管压降 $|U_{CES}| = 2V$, 直流功耗可忽略不计。问: (1) R_3 、 R_4 和 VT_3 的作用是什么? (2) 负载上可能获得的最大输出功率 P_{om} 和电路的转换效率 η 各为多少? (3) 设最大输入电压的有效值为 $1V$ 。为了使电路的最大不失真输出电压的峰值达到 $16V$, 电阻 R_6 至少应取多少千欧?

解: (1) R_3 、 R_4 和 VT_3 构成 U_{EB} 倍增电路, 供给功放管 VT_1 、 VT_2 甲乙类偏置, 用以消除交越失真。

(2) 最大输出功率为:

$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - V_{CES})^2}{\sqrt{2} R_L} = \frac{(18 - 2)^2}{\sqrt{2} \times 8} = 16W$$

最大效率为:

$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - V_{CES}}{V_{CC}} \approx 69.8\%$$

(3) 电压放大倍数为:

$$\dot{A}_u = \frac{U_{omax}}{\sqrt{2} u_i} = \frac{16}{\sqrt{2} \times 1} = 11.3$$

所以 $\dot{A}_u = 1 + \frac{R_6}{R_1} = 11.3$, 若 $R_1 = 1k\Omega$, 则 R_6 应取 $10.3k\Omega$ 。

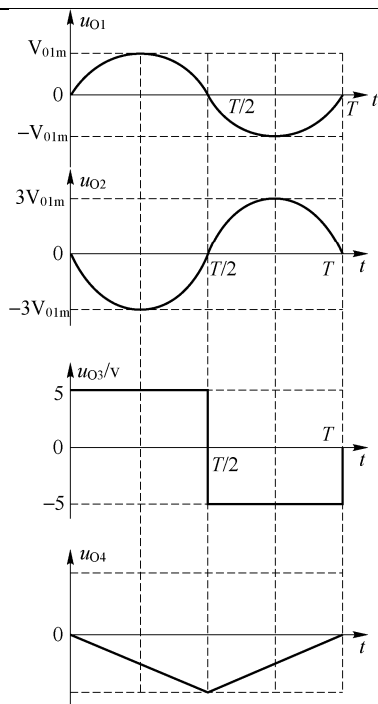


图 2-13

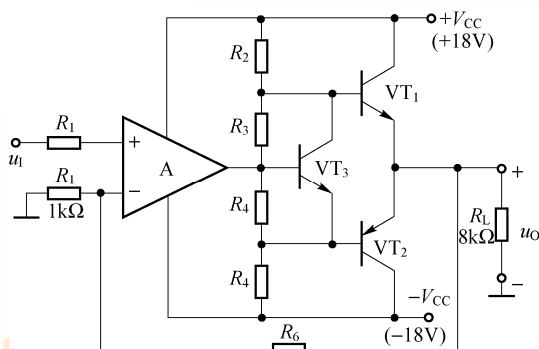
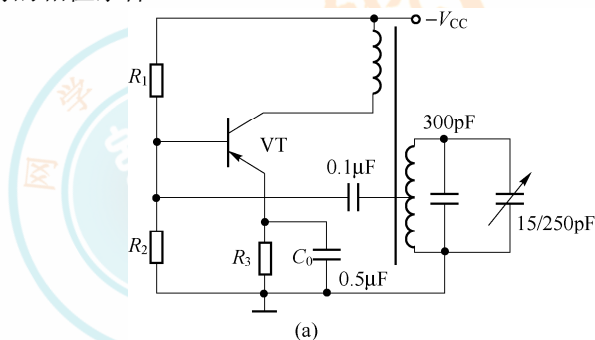
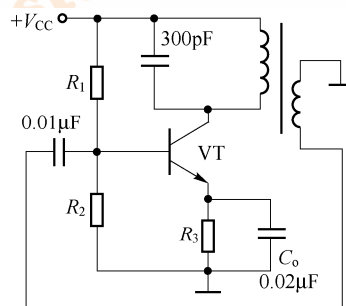


图 2-14

7. (5 分) 分别标出图 2-15 (a) 和 (b) 所示电路的变压器的同名端，使之满足正弦波振荡的相位条件。



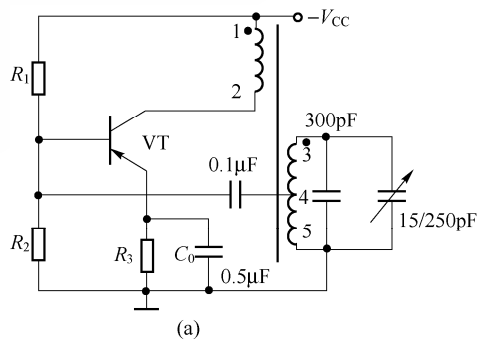
(a)



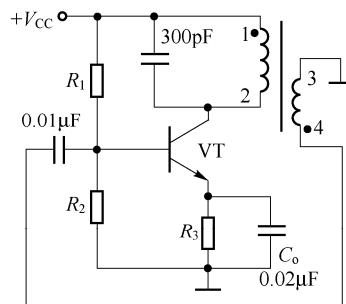
(b)

图 2-15

解：如图 2-16 所示，在题图 (a) 所示电路中，1 和 3 是同名端；在题图 (b) 所示电路中，1 和 4 是同名端。



(a)



(b)



網學天地
www.e-studysky.com

3 西安交通大学 2008 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析

模拟电子技术部分（共 4 大题，75 分）

一、（20 分）单项选择（每小题 2 分）

1. 关于稳压管，下列说法哪个是正确的？（ ）

- A. 只有锗管可以作为稳压管
- B. 稳压管的反向击穿电压必须大于 6V
- C. 发生热击穿，稳压管不会被损坏
- D. 与普通二极管相比，硅稳压管的动态电阻较小

答案：D。稳压管一般是硅管尽量补充；还有反向击穿电压低于 6V 的稳压管，发生热击穿时，超过一定电流值，稳压管会被损坏。因此正确答案为 D。

2. 在半导体二极管中，可以用于高频开关电路的是（ ）。

- A. 硅稳压管
- B. 点接触二极管
- C. 面接触二极管
- D. 整流管

答案：B。点接触型二极管，通过的电流小，结电容小，适用于高频电路和开关电路

3. 对于单晶体管放大电路，下列描述哪个是正确的？（ ）

- A. 共基极放大电路的高频性能优于其他两种电路
- B. 静态工作点的改变，只会影响动态范围，不会影响放大电路的其他指标
- C. 对任何形式的单晶体管放大电路，晶体管的改变，不会影响静态工作点
- D. 共射极放大电路的输入电阻最大

答案：A

4. 由两个三极管组成的双端输入差动放大电路（ ）。

- A. 具有较高的差模电压放大倍数和较低的共模电压放大倍数
- B. 能够有效降低输出电阻和增大输入电阻
- C. 具有较高的差模电压放大倍数和较高的共模电压放大倍数
- D. 具有较高的功率放大倍数和较低的失真

答案：B

5. 关于场效应管，下列描述哪个是正确的？（ ）

- A. N 沟道 JFET 的输入电阻小于 P 沟道 JFET 的
- B. MOSFET 的输入电阻一般小于 JFET 的
- C. 场效应管是电流驱动型的
- D. 场效应管是电压驱动型的

答案：D

6. 在放大电路中引入深度负反馈，一定可以（ ）。

- A. 增加输入电阻
- B. 提高增益稳定性
- C. 降低输出电阻
- D. 提高共模抑制比

答案：B

7. 关于隔离放大器，下列描述哪个是正确的？（ ）

- A. 变压器可以用于低频信号的隔离放大
- B. 隔离放大器的共模抑制比很低
- C. 只要是小信号放大，都必须用隔离放大器
- D. 隔离放大器的电压放大倍数很高

答案：A

8. 关于迟滞比较器，下列描述哪个是正确的？（ ）

- A. 迟滞比较器有两个比较点
- B. 在一般比较器中引入延时输出环节，就构成了迟滞比较器
- C. 迟滞比较器的灵敏度很高
- D. 迟滞比较器能抑制交越失真

答案：B

9. 在功率放大器中，当输入信号为正弦波，输出幅度足够大时，()。

- A. 甲类最高效率为 78.5% B. 甲乙类最高效率大于 78.5%
 C. 乙类比甲类、甲乙类的效率都高 D. 甲类效率最高

答案：C。乙类功率放大器效率最高。

10. 集成三端稳压器 ()。

- A. 有三个管脚及分别是外部稳压基准输入，外部电压输入和输出
 B. 有正输出和负输出两类
 C. 可以将 220V 交流作为输入 D. 效率很高

答案：B

二、(25 分) 电路如图 3-1 所示。已知晶体管 VT 为硅管， $U_{BE} = 0.6V$ ， $\beta = 50$ ， $r_{be} = 200\Omega$ 。电阻参数标注在图中。 $C_1 = C_2 = 47\mu F$ ， $C_E = 100\mu F$ ， $C_L = 4700pF$ 。

(1) 求晶体管 VT 的静态工作点 I_{CQ} 、 U_{CEQ} 的值。(4 分)

(2) 求晶体管 VT 的 r_{be} 的值。(1 分)

(3) 当开关 K 置于Ⓐ时，求放大电路中频的 $A_u = u_o/u_{s1}$ 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 、下限截止频率 f_L 和上限截止频率 f_H (15 分)

(4) 当开关 K 置于Ⓑ时，定性说明 $A_u = u_o/u_{s1}$ ， R_i 、 R_o 、 f_L 和 f_H 有何变化？(5 分)

解：(1) 由电路的直流通路可得：
$$U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC} = 3V$$

所以静态电流为：
$$I_E \approx I_C = \frac{U_B - 0.6}{R_E} = \frac{2.4}{2.4} = 1mA$$

静态电压为：
$$U_{CEQ} = 12 - 2.4 - 3 = 6.6V$$

(2) 三极管内阻为：
$$r_{be} = 200 + 51 \times \frac{26}{I_C} = 1.5k\Omega$$

(3) 当开关 K 置于Ⓐ时，画出电路的小信号等效电路图如图 3-2 所示。

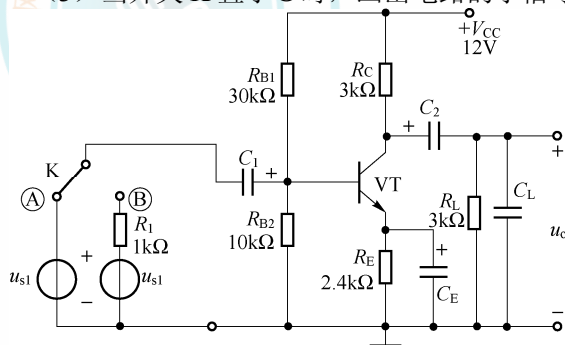


图 3-1

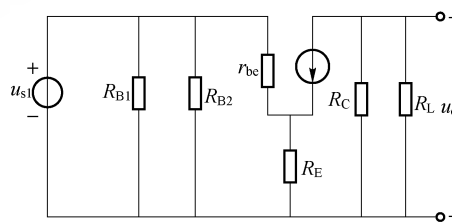


图 3-2

所以放大电路中频放大倍数为：
$$A_u = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = -50$$

输入电阻为：
$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} = 1.2k\Omega$$

输出电阻为：
$$R_o \approx R_C = 3k\Omega$$

下限截止频率:
$$f_L = \frac{1}{2\pi(R_{B1} // R_{B2})C_1} = 0.5\text{Hz}$$

上限截止频率:
$$f_H = \frac{1}{2\pi(R_C + R_L)C_2} = 5\text{MHz}$$

(4) 当开关 K 置于 ⑥ 时, 放大倍数 $A_u = u_o/u_{s1}$ 减小, 输入电阻 R_i 增加, 输出电阻 R_o 不变。
 f_L 变小, f_H 不变。

三、(15 分) 三角波-方波发生器电路及参数如图 3-3 所示, 双向稳压管的稳压值为 $\pm 5\text{V}$, 运放电源电压为 $\pm 15\text{V}$, 运放可视为理想的。

- (1) A_1 是比较器吗? R_1 的作用是什么? A_2 和 R_4 、 C 组成了什么电路? (3 分)
- (2) 整个电路功能是什么? 图中 ④ 点输出什么波形? ⑤ 点输出什么波形? (3 分)
- (3) 定性画出当 $U_s=0\text{V}$ 时, ⑤ 点波形 (仅需画出波形形状)。 (3 分)
- (4) 估算当 $U_s=0\text{V}$ 时, ⑤ 点输出波形的频率? (3 分)
- (5) 解释 U_s 发生改变对输出波形的影响。 (3 分)

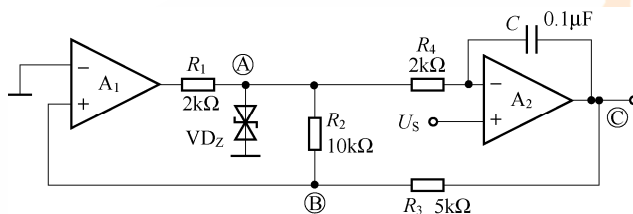


图 3-3

解: (1) A_1 是比较器、 R_1 是上拉电阻, 可以提高输出电平。 A_2 和 R_4 、 C 组成了 RC 积分器。

(2) 整个电路功能是产生一定振荡频率的方波和三角波。图中 ④ 点输出方波、⑤ 点输出三角波。

(3) 当 $U_s=0\text{V}$ 时, ⑤ 点波形如图 3-4 所示。

(4) 当 $U_s=0\text{V}$ 时, ⑤ 点输出波形的频率为:
$$f_o = \frac{R_2}{4R_3R_4C} = 2.5\text{MHz}$$

(5) 如果 U_s 发生改变, 输出波形可能会失真。

四、(15 分) 在图 3-5 所示的电路中, 假设运放是理想, 且电路正常工作。

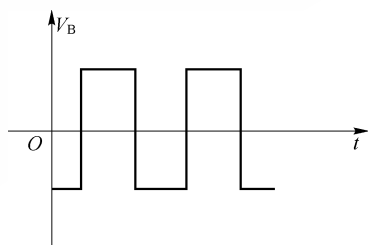


图 3-4

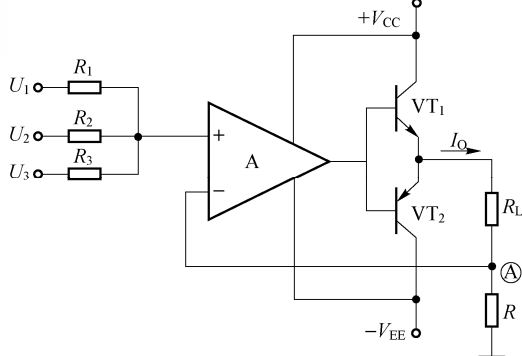


图 3-5

- (1) 写出 ⑥ 点电压 U_A 和输入电压 U_1 、 U_2 、 U_3 的关系式。 (3 分)

(2) 写出输出电流 I_o 与④点电压 U_A 的关系式。(5 分)

(3) 晶体管 $V T_1$ 和 $V T_2$ 的作用是什么？(2 分)

(4) 指出电路中存在的反馈类型（正/负，电压/电流，串联/并联）。(5 分)

解：(1) 根据理想运放的“虚短”可知： $U_+ = U_- = U_A$

根据理想运放的“虚断”可得：
$$\frac{U_1 - U_+}{R_1} + \frac{U_2 - U_+}{R_2} + \frac{U_3 - U_+}{R_3} = 0$$

解得：
$$U_A = \frac{U_1 R_2 R_3 + U_2 R_1 R_3 + U_3 R_2 R_1}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_2 R_1}$$

(2) 输出电流 I_o 与④点电压的 U_A 关系为： $I_o = \frac{U_A}{R}$

(3) 晶体管 $V T_1$ 和 $V T_2$ 构成互补输出级，静态管交替工作。

(4) 电路中存在的反馈类型为电压串联负反馈。



4 南开大学 2011 年《电子综合基础》考研真题、答案与解析

模拟部分 (75 分)

一、简略回答 (共 20 分, 每小题 4 分)

1. 简单叙述 N 沟道增强型和耗尽型 MOS 管的主要区别。

解: 从结构上看, N 沟道耗尽型 MOS 管与 N 沟道增强型 MOS 管基本相似, 其区别仅在于当栅—源极间电压 $V_{gs}=0$ 时, 耗尽型 MOS 管中的漏—源极间已有导电沟道产生, 而增强型没有。

2. 由双极晶体管组成的共射极放大电路, 其上、下限截止频率主要取决于哪些元件?

解: 上、下限截止频率主要取决于输出电阻、集电极电阻和电容。

3. 在稳压电源电路中, 为了稳定输出电压, 一般采用什么负反馈?

解: 一般采用电压负反馈。

4. 提高电压放大电路的输入阻抗有什么好处?

解: 提高电压放大电路的输入阻抗可以稳定输入电流, 抑制温漂。

5. 开关电源中续流二极管的主要作用是什么?

解: 主要作用是在开关管关闭时, 储能电感能与续流二极管构成回路, 在此种情况下, 二极管是导通的。

二、(10 分) 如图 4-1 所示电路, 三极管的参数相同, $\beta=100$, $|V_{BE}|=0.5V$, $|V_A|=\infty$, 试计算流过 R_3 的电流。

解: 根据题意, 由 R_2 、 VT_1 和 VT_2 组成的支路, 可得流过 R_2 的电流为:

$$I_2 = \frac{12.5 - V_{BE1} - V_{BE2}}{R_2} = 0.05mA$$

所以 $V_{E4} = 12.5 - 0.05 \times 230 = 1V$, 则可得: $V_{B4} = 1 - V_{EB4} = 0.5V$

因此流过 R_1 的电流为 $I_1 = \frac{12.5 - V_{B4}}{R_1} = 3mA$, 即: $I_1 = I_{C3} = 3mA$

由 VT_3 和 VT_2 组成镜像电路, 可见, 流过 R_3 的电流为 $3mA$ 。

三、(15 分) 如图 4-2 所示电路, 设二极管的正向导通压降 $V_D = 0.6V$, 试计算流过每个电阻上的电流。

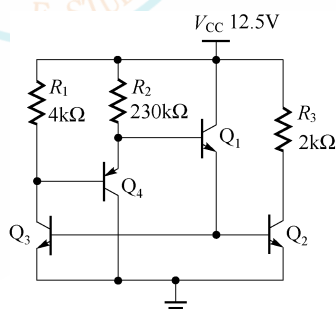


图 4-1

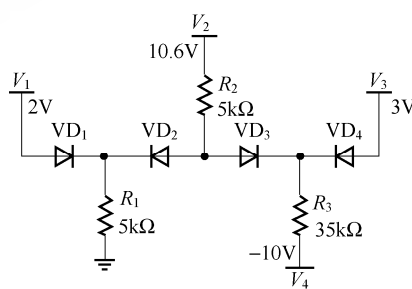


图 4-2

解: 根据二极管的导通特性, 共阴极连接的二极管电路, 阳极电压高的优先导通; 共阳极连接的二极管电路, 阴极电压低的优先导通。

由题图所示电路可知, VD_1 与 VD_2 , VD_3 与 VD_4 是共阴极连接, 经分析不可能存在同时导

通的情况，只可能 VD_2 与 VD_3 同时导通，所以可得如下方程组：

$$\begin{cases} R_1 I_1 + 0.6 + R_2 I_2 = 10.6 \\ R_2 I_2 + 0.6 + R_3 I_3 = 10.6 - (-10) \\ I_2 = I_1 + I_3 \end{cases}$$

解得： $I_1 = 0.8\text{mA}$ ， $I_2 = 1.2\text{mA}$ ， $I_3 = 0.4\text{mA}$

则流过 R_1 ， R_2 和 R_3 上的电流分别为 0.8mA 、 1.2mA 和 0.4mA 。

四、(15 分) 由理想运算放大器和二极管（正向导通压降为零）组成的电路如图 4-3 所示。

(1) 分析计算输出电压 v_o ，并画出输出电压 v_o 随输入电压 v_i 的变化曲线；(2) R_3 的作用是什么？

解：(1) 由理想运放的“虚短”和“虚断”，可得：

$$\frac{v_i}{R_1} = \frac{-v_o}{R_2} \Rightarrow v_o = -\frac{R_2 v_i}{R_1}$$

输出电压 v_o 随输入电压 v_i 的变化曲线如图 4-4 所示。

(2) R_3 的作用是阻抗匹配作用，增加带负载能力。

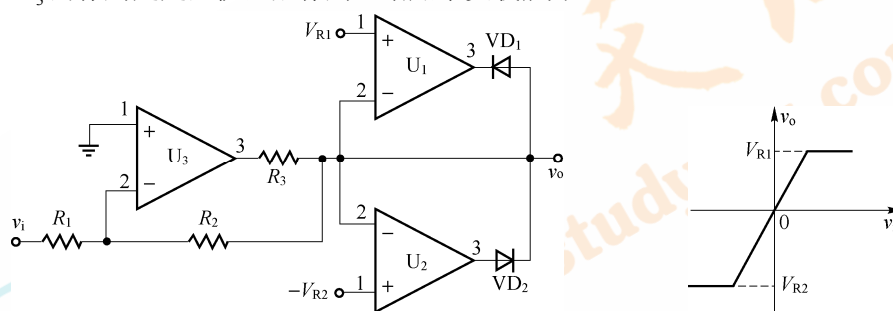


图 4-3

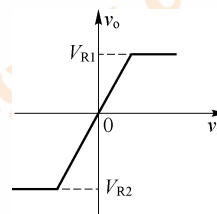


图 4-4

五、(15 分) 由理想运算放大器组成的电路如图 4-5 所示，电容 C_1 、 C_2 和 C_3 足够大，三极管的 β 值很大， $V_{BE} = 0.5\text{V}$ ， $V_A = \infty$ ，忽略基区电阻，计算电压增益 $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ 。

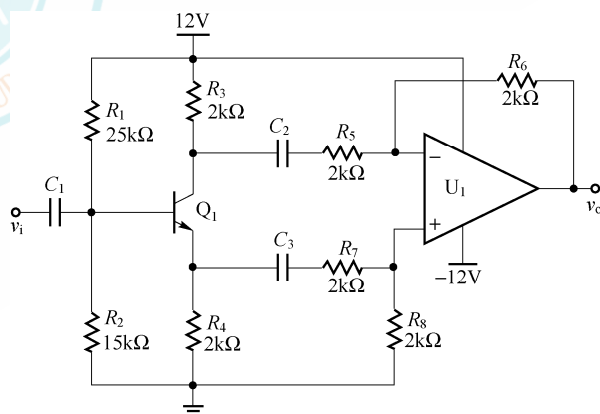


图 4-5

解：可将电路分为两级放大电路，第一级为共射放大电路，第二级为理想运算放大电路。

先算第一级放大电路的静态工作点： $V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 12 = 4.5\text{V}$

所以静态电流为:
$$I_E \approx I_C = \frac{V_B - V_{BE}}{R_4} = \frac{4}{2000} = 2\text{mA}$$

静态电压为:
$$V_{CE} = 12 - (R_3 + R_4)I_E = 4\text{V}$$

利用小信号分析法, 该共射放大电路的电压放大倍数为:

$$A_{V1} = -\frac{\beta[R_3 \parallel (R_5 + R_6)]}{r_{be} + (1 + \beta)[R_4 \parallel (R_7 + R_8)]}$$

三极管的 β 值很大, 可得:
$$A_{V1} = \frac{v_{o1}}{v_i} \approx -\frac{R_3 \parallel (R_5 + R_6)}{R_4 \parallel (R_7 + R_8)} = -1$$

第二级放大电路为差动放大器电路, 其电压放大倍数为:
$$A_{V2} = \frac{v_o}{v_{o1}} = -\frac{R_6}{R_5} = -1$$

所以电压增益为:
$$A_V = A_{V1}A_{V2} = \frac{v_o}{v_i}$$



5 复旦大学 2009 年《电子线路与集成电路设计》考研真题、答案与解析

模拟部分

1. (10 分) 判断图 5-1 所示放大电路能否正常放大交流信号。如果不能, 请说明理由。

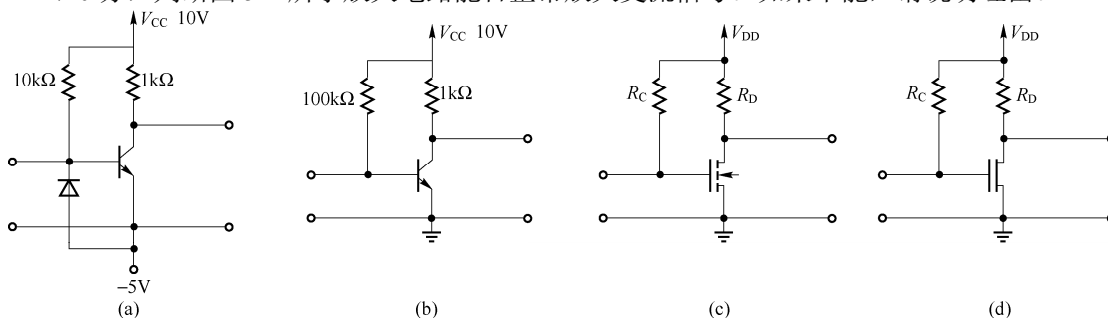


图 5-1

解: (a) 不能。假设晶体管在放大区, 则:

$$I_{BQ} = \frac{10 + 5 - 0.7}{10} = 1.43\text{mA}, \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 143\text{mA}$$

由此可得:

$$V_{CQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_E = -133\text{V} \ll -5 + 0.7 = -4.3\text{V}$$

与 $V_{BQ} > V_{CQ}$ 矛盾, 因此不能工作在放大区。

(b) 不能, 理由同上。 R_B 过小或 R_C 过小。

(c) 不能。 $I_D = \frac{1}{2} \mu_C \frac{W}{L} (V_{DD} - V_{TH})^2$, $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D > V_{TH} = V_{GS}$ 。

(d) 可以, 耗尽型场效应管。

2. (10 分) 如图 5-2(a) 为一阶高通滤波电路, 其幅频特性如图 5-2(b) 所示, 已知 $C = 0.05\mu\text{F}$, 求 R_1 和 R_f 的值, 并画出相频曲线。

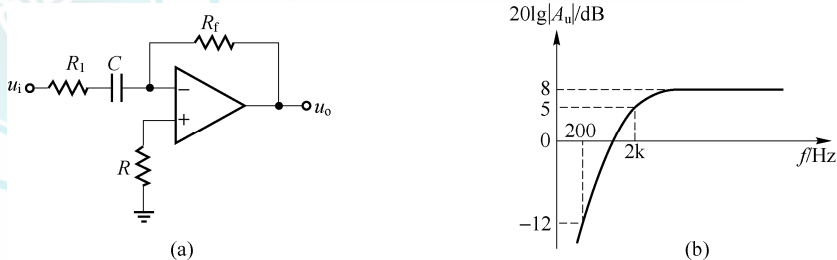


图 5-2

解: 由集成运放电路的“虚断”和“虚短”分析, 可知:

$$\frac{u_i}{R_1 + 1/sC} = -\frac{u_o}{R_f} \Rightarrow A_v = \frac{u_o(s)}{u_i(s)} = -\frac{R_f}{R_1 + 1/sC} = -\frac{R_f sC}{1 + R_1 sC}$$

因此有:

$$A_u(j\omega) = -\frac{R_f C j\omega}{1 + R_1 C j\omega}$$

所以有: $20\lg|\dot{A}_u(j\omega)| = -20\lg|R_f C \omega| - 20\lg\sqrt{1 + (R_1 C \omega)^2}$

由幅频特性上的 $(200, -12)$ 、 $(2 \times 10^3, 5)$ 两点, 可得:

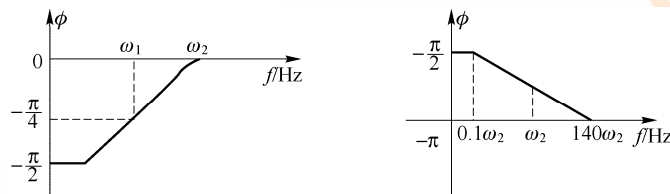
$$\begin{cases} 20\lg |2\pi \times 20 R_f C| - 20\lg \sqrt{1 + R_1(-2\pi \times 200)^2} = -12 \\ 20\lg |2\pi \times 2 \times 10^3 R_f C| - 20\lg \sqrt{1 + R_1(2\pi \times 2 \times 10^3)^2} = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_f = \frac{25}{2\pi} \text{ k}\Omega \approx 4 \text{ k}\Omega \\ R_1 = \frac{10}{2\pi} \text{ k}\Omega \approx 1.6 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

$f = \frac{1}{2\pi RC}$ ，零点角频率为 0，所以有：

$$\varphi(j\omega) = -\frac{\pi}{2} - \arctan \frac{\omega}{\omega_2}, \quad \omega_2 = \frac{1}{R_1 C} = 2 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$\varphi(j\omega) = -\frac{\pi}{2} - \arctan \frac{\omega}{\omega_1} - \arctan \frac{\omega}{\omega_2}$$

其中， $\omega_1 = \frac{1}{R_f C} = 8 \times 10^2 \text{ Hz}$ ，可画出相频曲线如图 5-3 所示。



图图 5-3

3. (20 分) 在图 5-4 所示电路中，已知 VT₁ 的参数为： $\frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 0.5 \text{ mA/V}^2$ ， $V_{GS(th)} = 3 \text{ V}$ ；VT₂、VT₃ 的参数为： $\beta = 200$ ， $V_{BE(on)} = -0.7 \text{ V}$ ，其余可忽略。其他参数都已标在电路中。求：
(1) 输入电阻 r_i 、输出电阻 r_o 和中频电压增益 A_v ；(2) 电路下截止频率 f_L 。

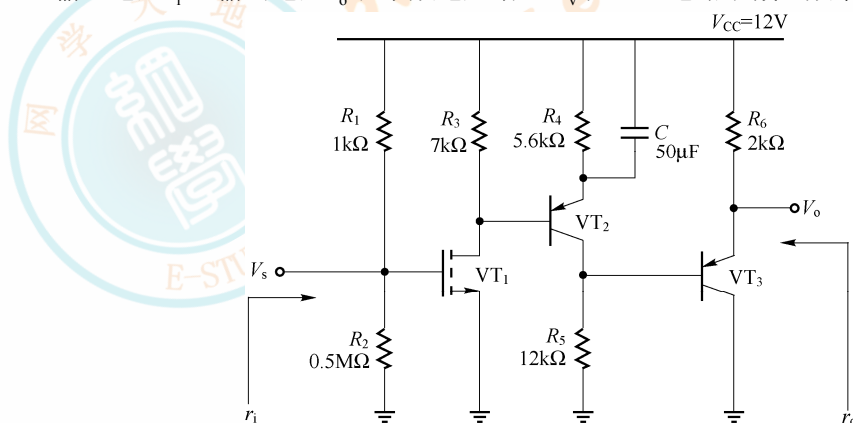


图 5-4

解：电路的静态等效电路如图 5-5 所示，可知： $V_{GSQ} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{0.5}{1.5} \times 12 = 4 \text{ V}$

假设晶体管都工作在放大电路作用区（FET 饱和，NPN 放大），则有：

$$I_{DQ} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GSQ} - V_{GS(th)})^2 = 0.5 \text{ mA}$$

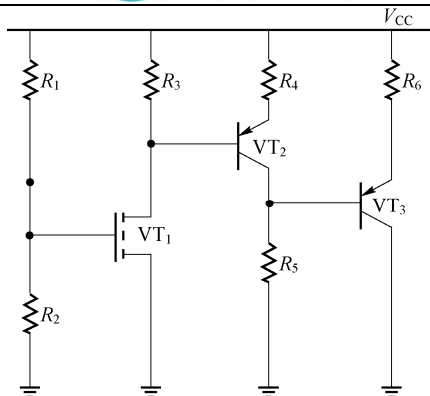


图 5-5

因此有： $V_{DQ} = V_{CC} - I_{DQ}R_3 = 12 - 7 \times 0.5 = 8.5V > V_{GSQ} + V_{GS(th)} = 7V$

所以， VT_1 场效应管工作在饱和区，跨导为： $g_{m1} = U_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GSQ} + V_{GS(th)}) = 1mA/V$

由 $I_{EQ2}R_4 - V_{BE(on)} + V_{DQ} = V_{CC}$ ，可得：

$$I_{EQ2} = \frac{V_{CC} - V_{DQ} + V_{BE(on)}}{R_4} = \frac{12 - 8.5 - 0.7}{5.6} = 0.5mA$$

$$V_{EQ2} \approx I_{BQ2}R_5 = 6V < V_{BQ2} = V_{DQ}$$

所以， VT_2 工作在放大区， $r_{be2} = \frac{V_T}{I_{BQ2}} = \frac{\beta V_T}{I_{EQ2}} = \frac{200 \times 26}{0.5} = 10.4k\Omega$ 。

同理，可得：

$$I_{EQ3}R_6 - V_{BE(on)} + V_{CQ2} = V_{CC}$$

$$\Rightarrow I_{EQ3} = \frac{V_{CC} - V_{CQ2} + V_{BE(on)}}{R_6} = \frac{12 - 6 - 0.7}{2} = 2.65mA$$

$$V_{CQ3} = 0 < V_{BQ2} = V_{CQ2} = 6V$$

所以， VT_3 工作在放大区， $r_{be3} \approx \frac{\beta V_T}{I_{EQ3}} = \frac{200 \times 26}{2.65} = 2k\Omega$ 。

(1) 电路是三级放大器。

第一级（共源放大）： $A_{v1} = -g_{m1} \cdot R_3 // R_{i2}$ ， $R_{i1} = R_1 // R_2 = \frac{1 \times 0.5}{1 + 0.5} \approx 0.3M\Omega$ ， $R_{o1} = R_3$

第二级（共射放大）： $A_{v2} = -\frac{\beta R_5 // R_{i3}}{r_{be2}}$ ， $R_{i2} = r_{be2}$ ， $R_{o2} = R_5$

第三级（共集放大）： $A_{v3} \approx 1$ ， $R_{i3} = r_{be3} + (1 + \beta)R_6$ ， $R_{o3} = R_6 // \frac{r_{be3} + R_{o2}}{1 + \beta}$

所以输入电阻为： $r_i = R_{i1} = 0.3M\Omega$

中频电压增益为： $A_v = A_{v1} A_{v2} A_{v3} = g_{m1} R_3 // r_{be2} \cdot \frac{\beta R_5 // [r_{be3} + (1 + \beta)R_6]}{r_{be2}} - 1 \approx 941$

输出电阻为： $r_o = R_{o3} = R_6 // \frac{r_{be3} + R_5}{1 + \beta} \approx 66.7\Omega$

(2) 电路频率响应主要是 VT_2 的发射极偏置形成回路，影响放大增益，所以：

$$f_z = \frac{1}{2\pi R_4 C}, \quad f_p = \frac{1+\beta}{2\pi(R_3 + r_{be2})C}$$

因为 $f_z \ll f_p$, $f_L = \sqrt{f_z^2 + f_p^2}$, 所以电路下截止频率为:

$$f_L = f_p = \frac{1+\beta}{2\pi(R_3 + r_{be2})C} = \frac{1+200}{2\pi(7+10.4) \times 50 \times 10^{-6} \times 10^3} \approx 37\text{Hz}$$

4. (10 分) 如图 5-6 所示, 设运放为理想运放, 试说明电路的功能; 若电路满足条件 $R_f/R_1 = R_2/R_3$, 证明: $i_1 = -\frac{1}{R_3}V_s$ 。

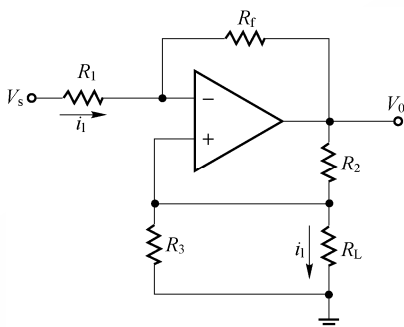


图 5-6

解: 理想运放可用“虚断”和“虚短”分析电路, 可得:

$$V_A = V_B, \quad V_B = \frac{R_3 // R_L}{R_2 + R_3 // R_L} V_o, \quad \frac{V_s - V_A}{R_1} = \frac{V_A - V_o}{R_f} \Rightarrow V_o = \frac{R_f(R_2 + R_3 // R_L)}{(R_3 // R_L)R_f - R_1 R_2} V_s$$

因为 $i_1 = \frac{V_o}{R_2 + R_3 // R_L} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_L}$, 所以:

$$i_1 = \frac{R_3}{R_3 + R_L} \cdot \frac{1}{R_2 + R_3 // R_L} \cdot \frac{R_f(R_2 + R_3 // R_L)}{(R_3 // R_L)R_f - R_1 R_2} V_s = -\frac{R_3 R_f}{(R_3 R_f - R_1 R_2)R_L - R_1 R_2 R_3} V_s$$

又 $R_f/R_1 = R_2/R_3$, 即 $R_f R_3 = R_1 R_2$, 所以: $i_1 = -\frac{1}{R_3}V_s$

可见, 电路的功能是电压转换成电流, 即电源变成电流源。

6 哈尔滨工业大学 2010 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析

模拟部分

一、判断对错或填空（34 分）

1. 判断下列说法是否正确。

（1）共射极基本放大电路的输出电阻比共集电极基本放大电路输出电阻小。

答案：错。共射极对电压电流都有放大作用，输入电压与输出电压反向，输出电阻与集电极电阻有很大关系，多用于中间级；共集电极只有电流放大作用，没有电压放大作用，但有电压跟随作用。在三种组态中，输入电压最高，输出电阻最小，可用于输入级、输出级或缓冲级。

（2）由运算放大器组成的积分运算电路属于集成运放的非线性应用。

答案：错。积分时间常数为 $\tau=RC$ ，当 $t=\tau$ 时， $U_o = -U_i$ ；当 $t>\tau$ 时，输出继续增加，直到 $U_o = -U_{opp}$ 饱和状态，输出不变，而停止积分，这是理想集成运放工作在非线性区的特点。因此，运算放大器组成的积分运算电路属于集成运放的线性应用。

2. 填空或选择填空

（1）双极型晶体管，属于_____控制型器件，它的控制作用可以用参数_____表示。

答案：电流 β 或电流放大系数

（2）对于场效应晶体管，相当于一个_____控制型器件，它的控制作用可以用参数_____表示。

答案：电压 g_m 或跨导

（3）理想运算放大器在 $\pm 15V$ 供电条件下，当零输入时，其输出应为_____。

答案：0

（4）若希望放大器从信号源索取的电流小，可采用_____负反馈；若希望电路负载变化时，输出电流稳定，则可引入_____负反馈；若希望电路负载变化时，输出电压稳定，则可引入_____负反馈。

答案：串联 电流 电压

（5）图 6-1 所示电路工作状态正常，电容器容量足够大，只存在交流负反馈的电路是_____图；只存在直流负反馈的电路是_____图；交、直流负反馈都存在的是_____图；存在正反馈的电路是_____图。

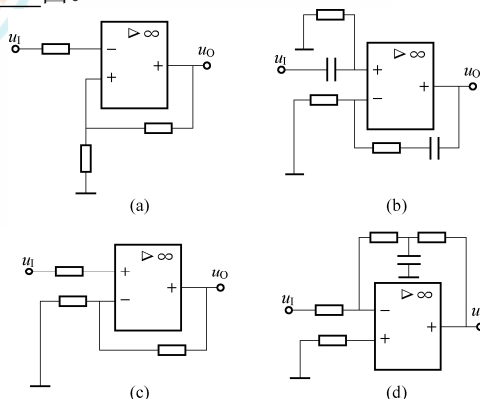


图 6-1

答案：b d c a

二、请用图 6-2 给出的两个有源滤波器的方框图，组成带通滤波器，用方框图的形式画出，

标明两个滤波器的截止频率及其相互关系。



图 6-2

解：带通，LPF 与 HPF 串联， $f_H > f_L$ 。图略。

三、(14 分) 图 6-3 所示电路是一个没有完成的带有互补输出级的振荡器电路，要求：(1) 将没有完成的连线补齐，通过①⑥的连接方式写在答题纸上；(2) 说明虚线框内电路的名称，该电路的电压增益大约是多少？(3) 稳幅振荡时 R_3 阻值为多少？(4) 当 $R_1=R_2=R$ ， $C_1=C_2=C$ 时，写出振荡频率的表达式；(5) 若采用热敏电阻 R_3 来稳定输出幅度，请问 R_3 应选正温度系数还是负温度系数的热敏电阻？(6) 当电路产生稳定的振荡时，调节振荡频率，输出幅度是否会变化？

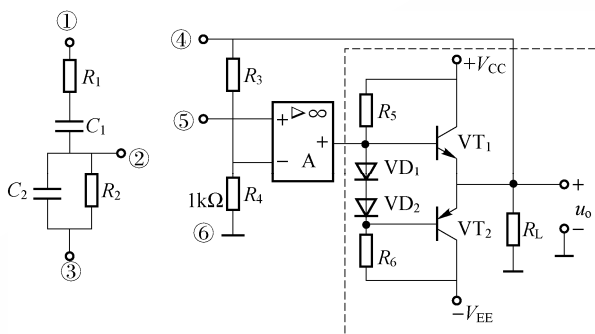


图 6-3

解：(1) ①接④，②接⑤，③接⑥。

(2) 互补输出电路，电压放大倍数的理论值略小于 1，近似等于 1。

(3) 电压放大倍数等于 3，所以： $A_u = 1 + \frac{R_3}{R_4} = 1 + \frac{R_3}{1k\Omega} = 3 \Rightarrow R_3 = 2k\Omega$

(4) RC 电路振荡频率的表达式为： $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

(5) 起振时，电压放大倍数应大于 3；振荡建立后，自动调节到 3，可以使用热敏电阻来实现。 R_3 采用负温度系数热敏电阻。

(6) 当 $R_1=R_2=R$ 、 $C_1=C_2=C$ 时，反馈系数等于 1/3，与 R 、 C 无关，所以调节频率时，反馈系数不变，故输出电压幅度不变。

四、(10 分) 电路如图 6-4 所示，写出输出电压 u_{o1} 、 u_{o2} 、 u_{o3} 、 u_{o4} 、 u_o 的表达式。

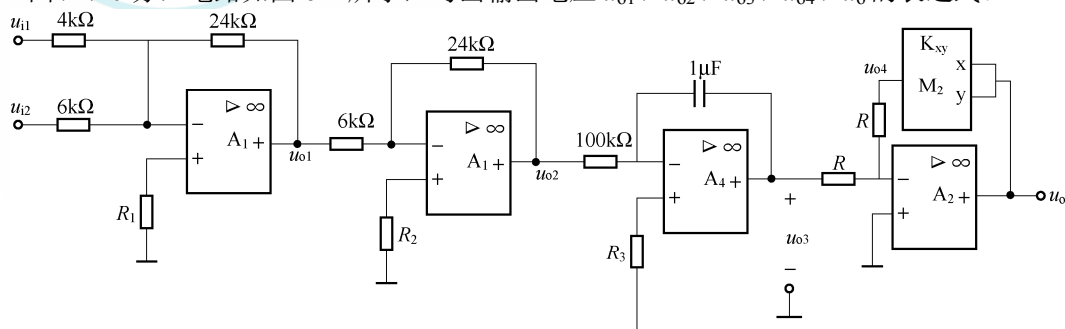


图 6-4

解：由图示电路， A_1 组成反相比例运算电路， A_4 组成积分电路， M_2 和 A_2 组成乘法电路。根据这些电路的特性可得：

$$u_{o1} = -6u_{i1} - 4u_{i2}, \quad u_{o2} = -4u_{o1}$$

$$u_{o3} = -10 \int u_{o2} dt, \quad u_{o4} = -u_{o3}, \quad u_o = \sqrt{u_{o4}} \frac{1}{K}$$

五、(18 分) 图 6-5 是一个基本放大电路，其中晶体管 VT 的电流放大倍数为 β ，稳压二极管 VD_Z 的反向击穿电压 $U_Z=12V$ ， R 取值合理， C_1 、 C_2 的容量足够大。(1) 说明放大电路的组态；(2) 写出静态工作点的表达式；(3) 画微变等效电路；(4) 写出中频电压放大倍数、输入电阻、输出电阻的表达式。

解：(1) 图示电路构成共集组态。

(2) 发射极电阻电流为：
$$I_{CQ} = \frac{U_{B1} - U_{BE}}{R_e} = \frac{U_{B1} - 0.7V}{R_e}$$

基极电压为：
$$U_{B1} = \frac{U_2}{R_{b1} + R_{b2}} R_{b2}$$

基极电流为：
$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

集电极和发射极之间的电压为：
$$U_{CEQ} = 15 - I_{CQ} R_e$$

(3) 小信号等效电路如图 6-6 所示。

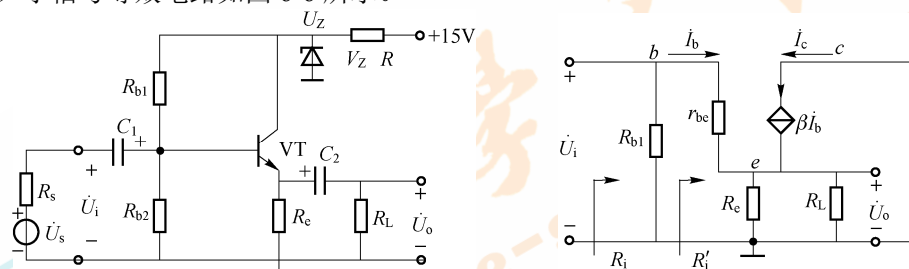


图 6-5

图 6-6

(4) 小信号等效电阻为：
$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}}$$

电压放大倍数为：
$$\dot{A}_u = \frac{(1 + \beta)(R_e // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)} \approx 1$$

输入电阻为：
$$R_i = [r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)] // R_{b1} // R_{b2}$$

输出电阻为：
$$R_o = R_e // \frac{r_{be} + [R_s // R_{b1} // R_{b2}]}{1 + \beta}$$

六、(10 分) 图 6-7 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，其他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 $V_{REF}=1.25V$ ，电阻 $R_1=200\Omega$ 、 $R_2=0\sim 1.8k\Omega$ ，公共端电流 1A 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 $U_i=18V$ ，求 CW317 功耗的极值，忽略 R_1 和 R_2 的电流。

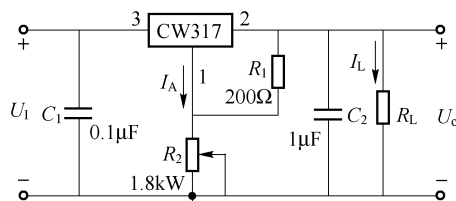


图 6-7

解：(1) $U_o = \frac{V_{REF}}{R_1} \cdot (R_1 + R_2) = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$

当 $R_2=0$ 时, $U_o=1.25V$; 当 $R_2=1.8k\Omega$ 时, $U_o=12.5V$ 。

(2) 忽略 R_1 和 R_2 的电流, CW317 功耗的表达式为:

$$P = U_{32} I_L = (U_1 - U_o) \cdot \frac{U_o}{R_L} = \frac{U_1 U_o}{R_L} - \frac{U_o^2}{R_L}$$

CW317 功耗的极值的条件为: $\frac{dP}{dU_o} = \frac{U_1}{R_L} - 2 \frac{U_o}{R_L} = 0, \quad U_1 = 2U_o$

输入电压 $U_1=18V$ 时的最大功耗为: $P = (18 \times 9 - 9^2) / 25 = 81 / 25 = 3.24W$



網學天地
 www.e-studysky.com

7 兰州大学 2009 年《电子线路》考研真题、答案与解析

模拟部分

一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1. 理想二极管组成的电路如图 7-1 所示，输出电压 $U_O = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：-6V

2. 已知某晶体管电流放大系数 β 的频率特性如图 7-2 所示，由图可判断该管的 $\omega_\beta = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\omega_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

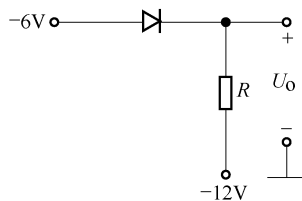


图 7-1

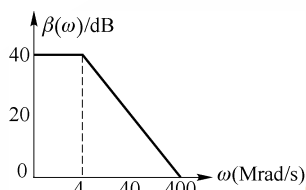


图 7-2

答案：4Mrad/s 400Mrad/s

3. 某放大电路在负载开路时的输出电压为 6V，当接入 $2k\Omega$ 负载电阻后，输出电压降为 4V，这表明该放大电路的输出电阻 $R_o = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：1k Ω

4. 某理想乙类 OCL 功放电路在输出功率最大时，每管的管耗等于 1W，则可知该电路所能输出的最大功率 $P_{om} \approx \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：5W

5. 当集成运算放大器的输入偏置电流 $I_{B1} = 0.6\mu A$ ，输入失调电流 $I_{IO} = 0.2\mu A$ 时，则两个差分输入管的基极偏流分别为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案： $I_{B1} = 0.7\mu A$ ， $I_{B2} = 0.5\mu A$

6. 电流源电路在集成电路中的主要作用是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：为集成电路中各级电路提供稳定的偏置电流，或作为有源负载

7. 某 MOS 场效应管的 I_{DSS} 为 6mA，而 I_{DQ} 自漏极流出，大小为 8mA，由此可判断该管的类型为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：P 沟道耗尽型 MOS 场效应管

8. 用示波器观察由 NPN 管组成的单管共射电路的输出波形时，发现波形顶部被削平，这说明电路出现了 $\underline{\hspace{2cm}}$ 失真，若要消除此类失真，应将 Q 点调 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：截止 高

二、分析计算题（共 40 分）

1. (15 分) 电路如图 7-3 所示，设 VT_1 、 VT_2 管的参数如下： $\beta_1 = \beta_2 = 100$ ， $r_{bb'1} = r_{bb'2} = 0$ ，试回答下列各问：(1) 电路的差模输入电阻 $R_{id} = ?$ 差模电压增益 $\dot{A}_{ud} = u_o / u_s = ?$ (2) 若两只集电极电阻的精度为 $\pm 1\%$ ，则共模电压增益 $\dot{A}_{uc} = ?$ 共模抑制比 $K_{CMR} = ?$

解：半边电路差模输入等效电路、共模输入等

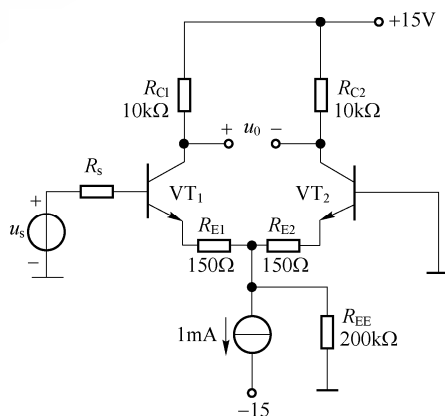


图 7-3

效电路分别如图 7-4 (a) 和 (b) 所示。

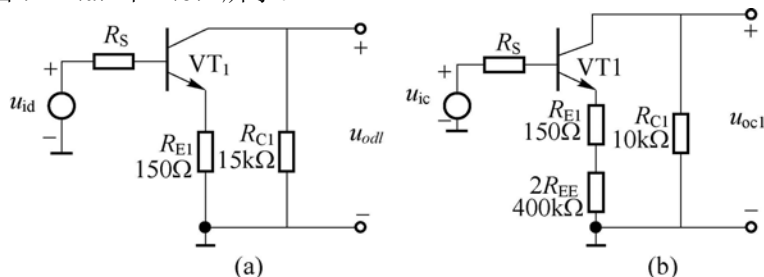


图 7-4

(1) 设 $R_S=0$, 可得静态电流为: $I_{EQ1}=I_{EQ2} \approx \frac{1}{2} \times 1\text{mA} = 0.5\text{mA}$

三极管电阻为: $r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{U_T}{I_{EQ}} = 0 + 101 \times \frac{26}{0.5} = 5.252\text{k}\Omega$

差模电压增益为: $\dot{A}_{ud} = -\frac{\beta R_{C1}}{R_S + r_{be} + (1+\beta)R_{E1}} = -\frac{100 \times 10}{5.252 + 101 \times 0.15} = -49.01$

差模输入电阻为: $R_{id} = 2[R_S + r_{be} + (1+\beta)R_{E1}] \approx 40.8\text{k}\Omega$

(2) 若两只集电极电阻的精度为 $\pm 1\%$, 则集电极电阻的值为:

$$R_{C2} = 10 \times (1 - 1\%) = 9.9\text{k}\Omega, \quad R_{C1} = 10 \times (1 + 1\%) = 10.1\text{k}\Omega$$

静态时可知: $U_{CQ1} = V_{CC} - I_{CQ1}R_{C1} = 15 - 0.5 \times 9.9 = 10.05\text{V}$

$$U_{CQ2} = V_{CC} - I_{CQ2}R_{C2} = 15 - 0.5 \times 10.1 = 9.95\text{V}$$

集电极电压差为: $\Delta U_{CQ} = U_{CQ1} - U_{CQ2} = 10.05 - 9.95 = 0.1\text{V}$

共模放大倍数为: $\dot{A}_{uc} \approx \frac{\Delta R_{C1}}{R_{E1} + 2R_{EE}} = \frac{10.1 - 9.9}{0.15 + 400} = 4.98 \times 10^{-4}$

共模抑制比为:

$$K_{CMR} = \left| \frac{\dot{A}_{ud}}{\dot{A}_{uc}} \right| = \frac{49.01}{4.98 \times 10^{-4}} = 9.84 \times 10^4 = 99.86\text{dB} \approx 100\text{dB}$$

2. (12 分) 电路如图 7-5 (a)

所示, u_1 、 u_G 的波形如图 7-5 (b) 所示, 设运放 A_1 、 A_2 为理想器件, 场效应管的 $U_{GS(\text{off})} = -3\text{V}$, 导通电阻可忽略不计, 电容 C 上的初始电压为零。(1) 简要分析电路, 写出 u_{o1} 和 u_{o2} 的表达式; (2) 对应 u_1 、 u_G 的波形画出 u_{o1} 和 u_{o2} 的波形 (要求标出关键点的坐标值)。

解: (1) u_G 的波形为矩形波, 当 $u_G=0\text{V}$ 时, 场效应管 VT 导通, 此时场效应管 VT 的漏极电压

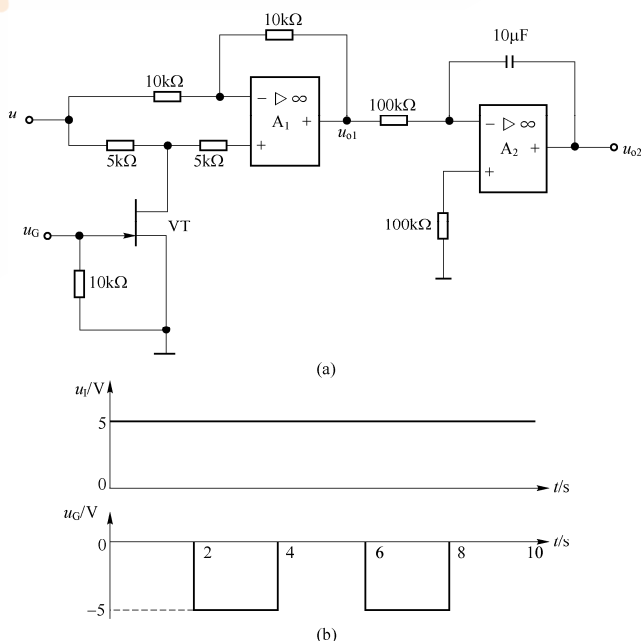


图 7-5

$u_D = u_{+1} = 0V$, $u_{o1} = -u_{i1} = -5V$;

当 $u_G = -5V$ 时, 场效应管 VT 不导通, 此时场效应管 VT 的漏极电压 u_D 有 $u_D = u_{+1} = u_{i1}$, $u_{-1} = \frac{u_{i1} + u_{o1}}{2}$, 可得:

$$u_{o1} = u_{i1} = 5V$$

运算放大器 A_2 为积分放大电路, 由公式可得: $u_{o2} = \frac{u_{o1}}{100 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}} t = -u_{o1} t$ 当

(2) 根据题图, 可得 u_{o1} 、 u_{o2} 波形如图 7-6 所示, 其中:
 $t=2s$ 时, $u_{o2} = -u_{o1}t = -(-5) \times 2 = 10V$; 当 $t=4s$ 时, $u_{o2} = 10 - u_{o1}t = 10 - 5 \times 2 = 0V$ 。

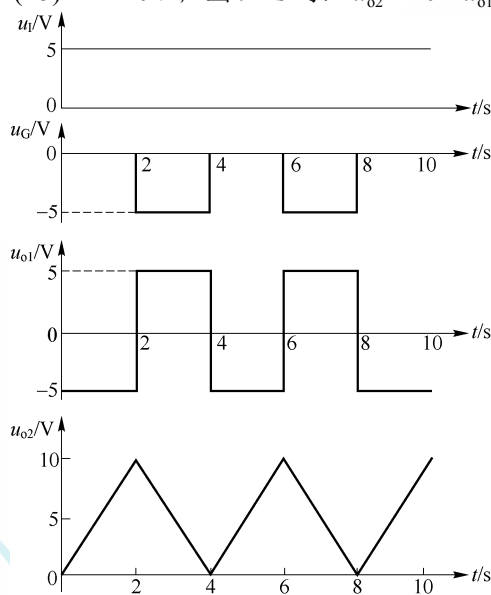


图 7-6

3. (13 分) 电路如图 7-7 所示, 写出 u_o 的表达式。

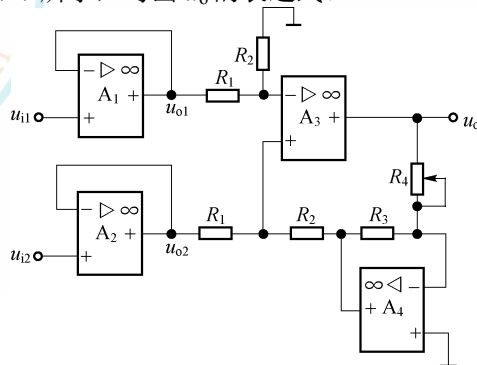


图 7-7

解: 由题图所示电路图可知: A_1 、 A_2 为电压跟随器, 因此: $u_{o1} = u_{i1}$, $u_{o2} = u_{i2}$

对于 A_3 有:

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

$$u_{+3} = \frac{u_{o2}/R_1 + u_{o4}/R_2}{1/R_1 + 1/R_2} = \frac{R_2 u_{o2} + R_1 u_{o4}}{R_1 + R_2} = \frac{R_2 u_{i2} + R_1 u_{o4}}{R_1 + R_2}$$

A_4 是以 u_o 为输入的反比例运放，有： $u_{o4} = -\frac{R_3}{R_4} u_o$

因为 $u_{+3} \approx u_{-3}$ ，所以有： $R_2 u_{i2} + R_1 u_{o4} = R_2 u_{i1}$ ， $R_2 (u_{i1} - u_{i2}) = R_1 u_{o4} = -R_1 \frac{R_3}{R_4} u_o$

可得 u_o 的表达式为： $u_o = \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} (u_{i2} - u_{i1})$

三、设计题（本题 15 分）。基本电路如图 7-8 所示，按以下要求设计负反馈放大电路。（1）正确连线，引入电压串联负反馈；（2）若要求引入深度电压串联负反馈后的闭环电压增益 $|\dot{A}_{uf}|=10$ ，确定 R_F 的取值；（3）正确连线，引入电压并联负反馈，若 R_F 数值不变且满足深度负反馈的条件，则此时 \dot{A}_{uf} 值为多少？

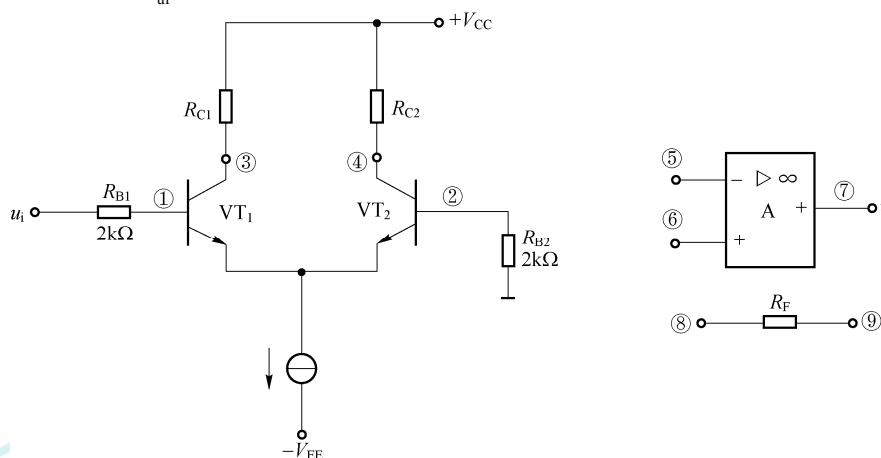


图 7-8

解：（1）引入电压串联负反馈，正确连线是：⑦—⑨，②—⑧，④—⑥，③—⑤

（2）若要求引入深度电压串联负反馈后的闭环电压增益 $|\dot{A}_{uf}|=10$ ，则闭环电压的放大倍数为：

$$|\dot{A}_{uf}| = \left| \frac{u_o}{u_i} \right| \approx \left| \frac{u_o}{u_f} \right| = \frac{u_o}{\frac{R_{B2}}{R_F + R_{B2}} u_o} = 1 + \frac{R_F}{R_{B2}} = 10$$

从而可得： $R_F = (10 - 1) R_{B2} = 9 \times 2 = 18 \text{k}\Omega$

（3）引入电压并联负反馈，正确连线是：⑦—⑨，①—⑧，③—⑥，④—⑤

若 R_F 数值不变且满足深度负反馈的条件，则：

$$\dot{A}_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = \frac{-i_f R_F}{i_i R_{B1}}$$

因为 $i_i = i_f$ ，所以有：

$$\dot{A}_{uf} \approx -\frac{R_F}{R_{B1}} = -\frac{18}{2} = -9$$

8 吉林大学 2010 年《电子技术》考研真题、答案与解析

模拟部分（任选 75 分题）

1. (15 分) 分别说明图 8-1 中各电路有无放大作用，并说明理由。

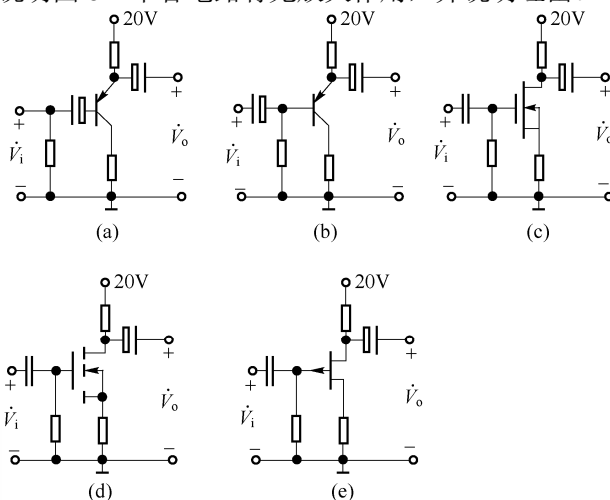


图 8-1

解：题图（a）无放大作用。基极无电流，故没有静态工作点，因此无放大作用。

题图（b）无放大作用。静态工作点为 $v_{BE} = 0$ ，根据 BJT 的工作曲线，此时无放大作用。

题图（c）有放大作用。题图（c）所示电路为耗尽型 N 沟道 MOSFET，其转移特性曲线如图 8-2 所示。当 $v_{GS} = 0$ 时有电流，存在静态工作点；当 $v_{GS} < 0$ 时， I 在放大区，故有放大作用。

题图（d）无放大作用。题图（d）所示电路为增强型 N 沟道 MOSFET，其转移特性曲线如图 8-3 所示。当 $v_{GS} = 0$ 时没有静态工作点，故无放大作用。

题图（e）无放大作用。题图（e）所示电路为耗尽型 P 沟道 JFET，其转移特性曲线如图 8-4 所示。当 $v_{GS} = 0$ 时有电流，存在静态工作点。但当 $v_{GS} < 0$ 时，不工作在放大区，故无放大作用。

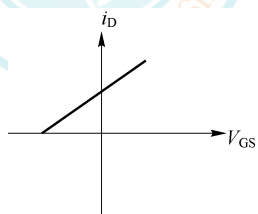


图 8-2

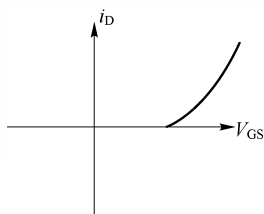


图 8-3

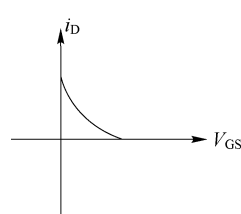


图 8-4

2. (12 分) 分别指出图 8-5 中各图电路的功能，并说明它们的主要区别。

解：（1）功能：题图（a）为同相滞回比较器；题图（b）为反相比例放大器；题图（c）为同相比例放大器；题图（d）为反相滞回比较器。

（2）区别：题图（a）、（d）为正反馈；题图（b）、（c）为负反馈。

3. (12 分) 设计一个放大器，电压放大倍数为 11，信号为正弦波，频率为 1kHz，幅度不大于 1V。要求画出电路图，标明各元器件名称、型号及元器件参数，例如电阻阻值、功率、电容容量、耐压。并说明选择这种元器件的理由。

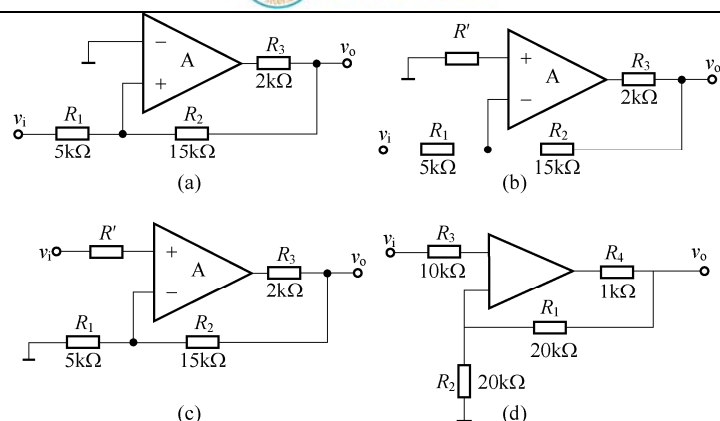


图 8-5

解：根据放大倍数为 11 可知为同相比例放大器，且 $1 + \frac{R_f}{R_1} = 11$ ；根据频率为 1kHz 可知，放大器可用 741；根据幅度不大于 1V 可知，电源电压需大于 11V，可选 15V。画出电路如图 8-6 所示。

$R_f = 10R_1$ ， $R_p = R_1 // R_f$ 。选 $R_1 = 1k\Omega$ ，则 $R_f = 10k\Omega$ ， $R_p = R_1 // R_f = 1 // 10 = 0.91k\Omega$ 。 R 太小，易造成 I 太大；而 R 太大，易受温度影响，不稳定。

4. (12 分) 由集成运放 A 及 BJT、VT₁、VT₂ 组成的放大电路如图 8-7 所示，分别按下列要求将信号源 v_s 、电阻 R_f 正确接入该电路。(1) 引入电压串联负反馈；(2) 引入电压并联负反馈；(3) 引入电流串联负反馈；(4) 引入电流并联负反馈。

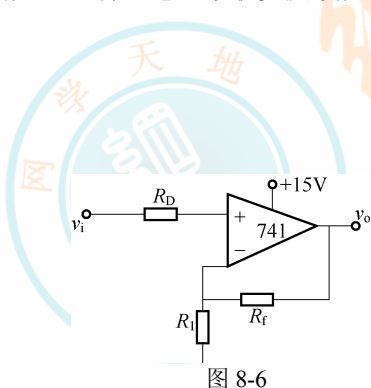


图 8-6

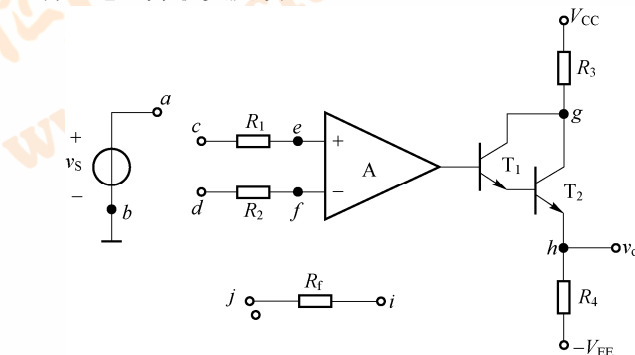


图 8-7

解：(1) a 接 c，b 接 d，h 接 i，j 接 f。

(2) a 接 d，b 接 c，h 接 i，j 接 f。

(3) a 接 d，b 接 c，g 接 i，j 接 e。

(4) a 接 d，b 接 d，h 接 i，j 接 f。

5. (12 分) 某麦克风内阻为 $1M\Omega$ ，输出电压为 1V (有效值)，如果将它直接与 10Ω 扬声器相接，扬声器上的电压和功率各为多少？如果在麦克风和扬声器之间接入一个放大电路，它的输入电阻 $R_i = 1M\Omega$ ，输出电阻 $R_o = 10\Omega$ ，电压放大倍数为 1，试求这时扬声器上的电压和功率各为多少？这个结论说明了什么？

解：(1) 当不接入放大器时，电路如图 8-8 (a) 所示，可得：

$$V_L = \frac{10}{1+10} = 1 \times 10^{-5} \text{ V}$$

因此有：
$$P_L = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{10} \approx 1 \times 10^{-11} \text{ W}$$

(2) 当接入放大器时，其电路如图 8-8 (b) 所示，可得：

$$V_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} V_s = \frac{1}{2} \text{ V}$$

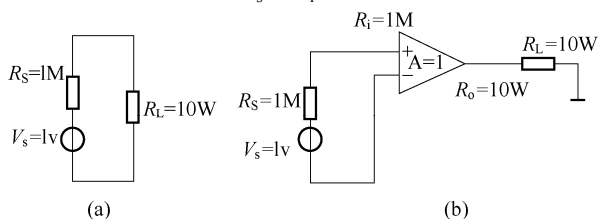


图 8-8

则可得：
$$V_o = A \cdot V_i = \frac{1}{2} \text{ V}$$

代入得：
$$V'_L = \frac{R_L}{R_o + R_L} V_o = \frac{1}{4} \text{ V}$$

因此有：
$$P'_L = \frac{V'^2_L}{R_L} = 6.25 \times 10^{-3} \text{ W}$$

显然，当功率匹配时，接入放大器时输出功率更大。

6. (12 分) 说明晶体管、场效应管、运算放大器各有什么特点？

解：晶体管的特点是：高频特性好，适合高频放大，管压降小。

场效应管的特点是： R_i 较大，适合做输入级；JFET 噪声小，适合低噪音输入；源极和漏极可互换，适合做模拟开关。BJT、FET 均可用做大功率放大。

运算放大器的特点是：电路简单，易设计，但其他性能较差。

7. (15 分) 设计一个低通二阶有源滤波器，截止频率为 100Hz，通带内平坦，直流放大倍数为 10。要求画出电路图，标明各元器件名称、型号及元器件参数（例如，电阻阻值、功率、电容容量、耐压），并说明选择这种元器件及参数的理由。电容可选 $0.1 \mu\text{F}$ 。

解：画出电路图如图 8-9 所示

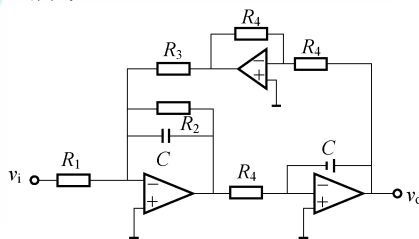


图 8-9

由图可得

$$\begin{cases} v_o = -\frac{1}{R_4 s C} v_{o1} \\ v_{o3} = -v_o = \frac{1}{R_5 s C} v_{o1} \end{cases}, \text{ 即 } \frac{v_i}{R_1} - \frac{v_o}{R_3} = R_4 s C \left(\frac{1}{R_2} + s C \right) v_o, \text{ 所以有:}$$

$$\left(\frac{v_i}{R_1} + \frac{v_{o3}}{R_3} = -v_{o1} \left(\frac{1}{R_2} + s C \right) \right)$$

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{R_1} \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{R_4 s C}{R_2} + R_1 s^2 C^2} = \frac{1}{R_1 R_4 C^2} \cdot \frac{1}{s^2 + \frac{1}{R_2 C} s + \frac{1}{R_3 R_4 C^2}}$$

对此有:

$$R(s) = \frac{A_{vp} \omega_n^2}{s^2 + \frac{\omega_n}{Q} s + \omega_n^2} \Rightarrow \begin{cases} \omega_n^2 = \frac{1}{R_3 R_4 C^2} \\ f_n = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_3 R_4}} \\ \frac{\omega_n}{Q} = 0 \left(\omega_n = \frac{1}{R_2 C} \right) \end{cases}$$

$$A_{vp} = \frac{R_3}{R_1} \Rightarrow \alpha = \frac{\sqrt{R_3 R_4}}{R_2}$$

因为截止频率为 100Hz, 则有:

$$f_n = 100\text{Hz}$$

通带内平坦, 可得:

$$\alpha = \sqrt{2}$$

直流放大倍数为 10, 则可得:

$$A_{vp} = 10$$

已知 $C = 0.1\mu\text{F}$, 又 R_3 与 R_4 总是同时出现, 不妨设 $R_3 = R_4 = R_x$ 。

可得:

$$f_n = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_3 R_4}} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 0.1 \times 10^{-6} R_x} = 100$$

所以有:

$$R_x = 1.59 \times 10^4 \Omega = 15.9\text{k}\Omega$$

则可得:

$$R_3 = R_4 = R_x = 15.9\text{k}\Omega$$

又 $A_{vp} = \frac{R_3}{R_1} = 10$, 所以有:

$$R_1 = \frac{R_3}{A_{vp}} = 1.59\text{k}\Omega$$

又 $\alpha = \frac{\sqrt{R_3 R_4}}{R_2} = \sqrt{2}$, 所以有:

$$R_2 = \frac{\sqrt{R_3 R_4}}{\alpha} = 11.2\text{k}\Omega$$

其中, 放大器可选用 741。

8. (15 分) 图 8-10 是一个电路的输入/输出波形。正弦波是输入波形, 方波是输出波形。画出这个电路的转移特性曲线, 并画出这个电路图; 计算出这个电路中所用元件的参数 (须写明表达式); 说明选择这个电路中关键器件的原则。其中反馈电阻可选 $10\text{k}\Omega$ 。

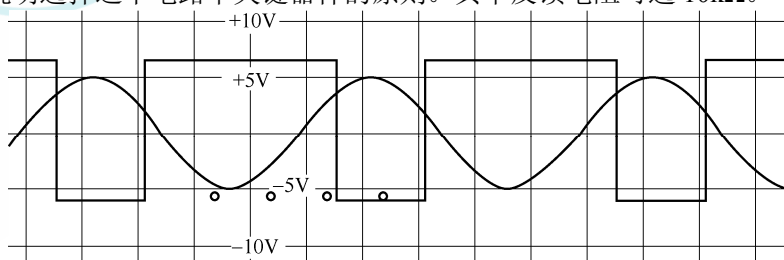


图 8-10

解: 当 v_i 处在上升阶段, $v_i = +3\text{V}$ 时, v_o 产生下降沿; 当 v_i 处在下降阶段, $v_i = -3\text{V}$ 时, v_o 产生上升沿。此为反相滞回比较器。转移特性曲线如图 8-11 所示。

电路图如图 8-12 所示。

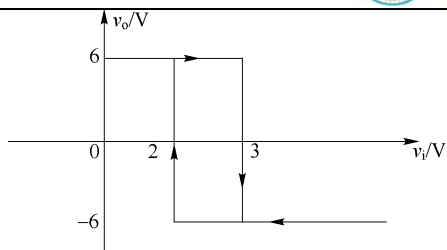
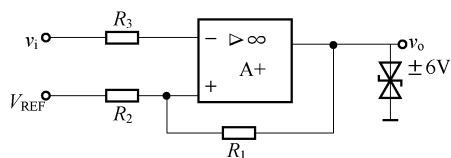


图 8-11



图图 8-12

可得：

$$\begin{cases} V_T = \frac{R_1 V_{REF}}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{om}^+ \\ V'_T = \frac{R_1 V_{REF}}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{om}^- \end{cases}$$

其中， $R_1 = 10\text{k}\Omega$ ， $V_T = +3\text{V}$ ， $V'_T = +2\text{V}$ ， $V_{om}^+ = +6\text{V}$ ， $V_{om}^- = -6\text{V}$ ，代入上式，得：

$$\begin{cases} 3 = \frac{10V_{REF}}{10 + R_2} + \frac{R_2}{10 + R_2} \times 6 \\ 2 = \frac{10V_{REF}}{10 + R_2} + \frac{R_2}{10 + R_2} \times (-6) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{REF} = \frac{30}{11} \text{V} \\ R_2 = \frac{10}{11} \text{k}\Omega \end{cases}$$

R_3 无影响，运放可选用 339。



9 华中科技大学 2008 年《电子技术基础》考研真题、答案与解析

模拟部分

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 电流并联负反馈适合于内阻较_____的信号源，能够稳定较大电路的_____增益。

答案：小 电流

2. 共模信号通常采用_____电路来抑制，共模抑制比 K_{CMR} 越大，说明抑制_____的能力越强。

答案：差分 零漂

3. 由集成运放构成的非正弦信号（三角波、矩形波、锯齿波）发生电路，通常由_____和_____电路两部分组成。

答案：积分 比较

10. 在逐次比较型 A/D 转换器中，若 $n=10$ ，已知时钟频率为 1MHz，输入信号的最大值为 5V，则完成一次转换所需时间为_____μs，分辨率为_____mV。

答案：4 4.88

二、(20 分) 放大电路如图 9-1 所示，所有电容都足够大，晶体管 $\beta = 40$ ， $r_{be} = 0.8k\Omega$ ， $R_1 = 30k\Omega$ ， $R_2 = 15k\Omega$ ， $R_3 = 1k\Omega$ ， $R_4 = 2k\Omega$ ， $R_5 = 0.2k\Omega$ ， $R_6 = 1.8k\Omega$ ， $R_s = 0.5k\Omega$ ， $R_L = 2k\Omega$ ， $V_{CC} = 12V$ 。试求：

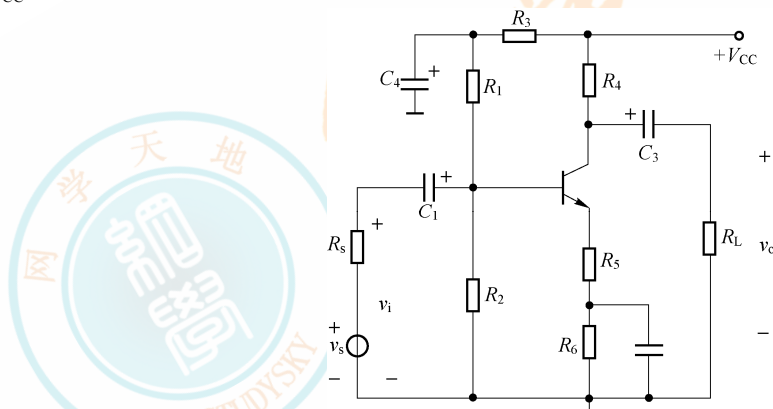


图 9-1

(1) (6 分) 静态工作点。

(2) (8 分) 画小信号模型、求输入电阻，输出电阻。

(3) (6 分) 求电压增益： $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ ， $A_s = \frac{v_o}{v_s}$ 。

解：(1) 求解电路的静态工作点时，图示电路中的电容相当于断路，晶体管基极电压为：

$$V_B \approx \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 4V$$

集电极的电流为：

$$I_C \approx I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_5 + R_6} = \frac{4 - 0.7}{0.2 + 1.8} = 1.65mA$$

基极电流为：

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 41.25\mu A$$

集电极和发射极之间的电压为: $V_{CE} \approx V_{CC} - I_C(R_4 + R_5 + R_6) = 5.4V$

(2) 图示电路的小信号模型如图 9-2 所示。

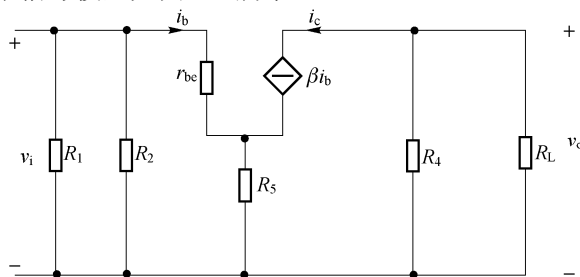


图 9-2

等效小电阻为: $r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 0.85k\Omega$

输入电阻为: $R_i = R_1 // R_2 // [r_{be} + (1 + \beta)R_5] = 4.74k\Omega$

输出电阻为: $R_o \approx R_4 = 2k\Omega$

(3) 电压增益计算如下: $A_v = -\frac{\beta(R_4 // R_5)}{r_{be} + (1 + \beta)R_5} = -5 \Rightarrow A_s = -\frac{R_i}{R_i + R_5} A_v \approx -4.74$

三、(25 分)

1. (15 分) 放大电路如图 9-3 (a) 和 (b) 所示, 设运放 A 是理想的。

(1) (5 分) 分别求 (a)、(b) 两放大电路的电压增益分贝数。

(2) (5 分) 在两放大电路中, 哪个输入电阻更大?

(3) (5 分) 设输入 v_i 为振幅 100mV 的正弦电压信号, 对于图 (b) 电路, 若分别出现 R_1 开路 and R_2 开路的情况时, 定性画出在这两种情况下该电路的输出电压波形。

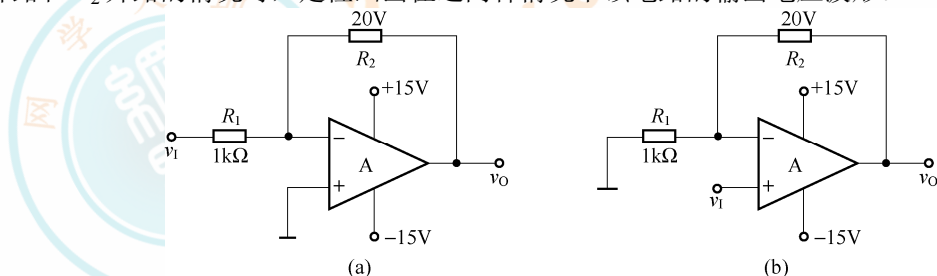


图 9-3

解: (1) 运放 A 是理想运放, 利用“虚断”和“虚短”的概念, 对于题图 (a), 电路的电压增益为:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1} = -20$$

则电压增益分贝为: $20\lg|A_v| = 40\text{dB}$

对于题图 (b), 电路的电压增益为:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + 19 = 20$$

则电压增益分贝为: $20\lg|A_v| = 40\text{dB}$

(2) 题图 (b) 中的输入电阻更大。(b) 中电路为串联负反馈, 输入电阻较大。

(3) 所求波形如图 9-4 所示。

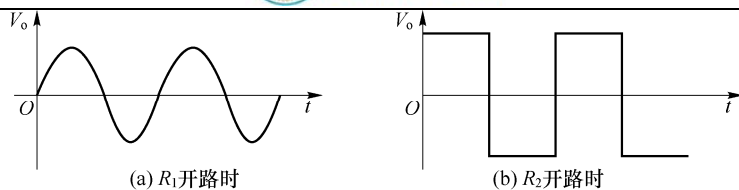


图 9-4

2. (10 分) 电路及其幅频响应分别如图 9-5 (a) 和 (b) 所示, 设图中的集成运放为理想运放, 试分析:

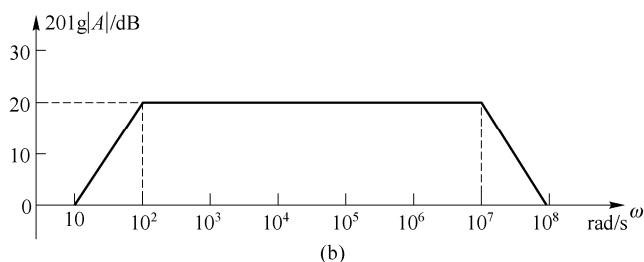
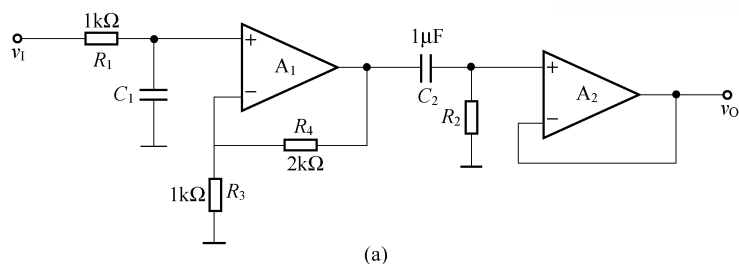


图 9-5

(1) (5 分) R_1 、 C_1 、 R_3 、 R_4 和集成运放 A_1 一起构成几阶有源滤波电路? 属于何种滤波电路(低通、高通、带通、带阻、全通)? 整个电路构成何种滤波电路?

(2) (5 分) 根据电路的幅频响应曲线, 确定 C_1 和 R_2 的值。

解: (1) R_1 、 C_1 、 R_3 、 R_4 和集成运放 A_1 一起构成一阶有源低通滤波电路; 整个电路构成带通滤波电路。

(2) 对于低通电路, 有 $\omega_H = \frac{1}{R_1 C_1} = 10^7$, 所以: $C_1 = \frac{1}{R_1 \times 10^7} = 100\text{pF}$

对于高通电路, 有 $\omega_L = \frac{1}{R_2 C_2} = 10^2$, 所以: $R_2 = \frac{1}{C_2 \times 10^2} = 10\text{k}\Omega$

四、(15 分) 电路如图 9-6 所示, 试分析:

(1) (6 分) VD_1 和 VD_2 构成的电路有什么作用?

(2) (9 分) 假设引入的负反馈为深度负反馈, VT_1 、 VT_2 的饱和管压降 (V_{CES}) 为 3V。当电路输入 v_i 为振幅为 300mV 的正弦电压信号时, 若要求负载电阻 R_L 上得到最大不失真输出电压, 反馈电阻 R_f 应取多大? 此时负载获得的功率为多少?

解: (1) VD_1 和 VD_2 构成的电路的作用是克服交越失真。

(2) 负载电阻 R_L 上得到最大不失真输出电压为:

$$V_{omax} = V_{CC} - V_{CES} = 15 - 3 = 12\text{V}$$

电路的增益为：
$$A_v = \frac{V_{\text{omax}}}{V_i} = \frac{12}{300 \times 10^{-3}} = 40$$

又 $A_v = 1 + \frac{R_f}{R_i}$ ，因此可得：
$$R_f = A_v R_i - R_i = 39 \text{ k}\Omega$$

负载获得的功率为：
$$P_o = \frac{V_{\text{omax}}^2}{2R_L} = 9 \text{ W}$$

五、(15 分) 一个 ADC 原理电路如图 9-7 (a) 所示，图中计数器为可逆的。当 $V_c = 1$ 时，计数器做加法；当 $V_c = 0$ 时，计数器做减法。

(1) (8 分) 试分析电路实现 ADC 的工作原理。

(2) (7 分) 若输入信号 V_i 为一个方波，如图 9-7 (b) 所示，试定性画出 V_o 的波形。

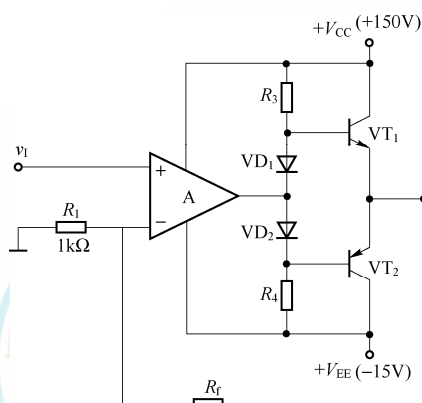
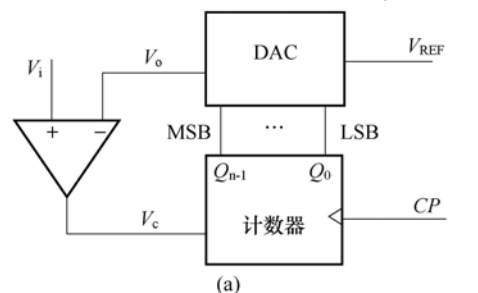


图 9-6



(a)

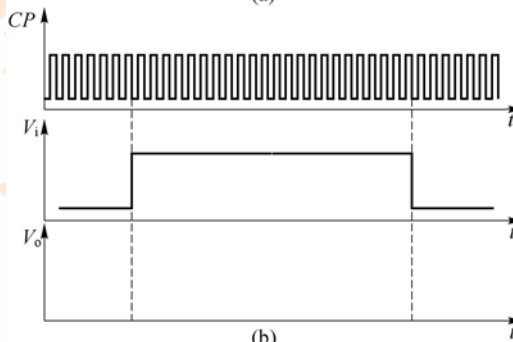


图 9-7

解：(1) 根据电路图，可知：

(a) DAC 部分在参考电压 V_{REF} 下，对计数器输出的计数值 $Q_{n-1} \cdots Q_0$ 进行 DA 变换，变换输出电压为 V_o 。

(b) V_o 与输入模拟信号 V_i 进行比较，输出比较结果电压 V_c 。当 $V_o > V_i$ 时， $V_c = 0\text{V}$ ；当 $V_o \leq V_i$ 时， $V_c = 1\text{V}$ ；

(c) 计数器为可逆计数器，当控制信号 $V_c = 0\text{V}$ 时，计数器作减法。

$$(Q_{n-1} \cdots Q_0)^{m+1 \text{ 时刻}} = (Q_{n-1} \cdots Q_0)^{m \text{ 时刻}} - 1$$

当控制信号 $V_c = 1\text{V}$ 时，计数器作加法。

根据上述分析可知，ADC 有两种工作状态：①快速跟踪。计数器由初始值决定的 V_c 控制其计数或减法，向 $V_o = V_i$ 逼近；②跟随状态。当 $V_o \doteq V_i$ 后，计数器进入小幅调整和跟随。若 V_o 稍大于 V_i ，则计数器减低 V_o 。下随；反之亦然， V_o 上升。

(2) 波形如图 9-8 所示。

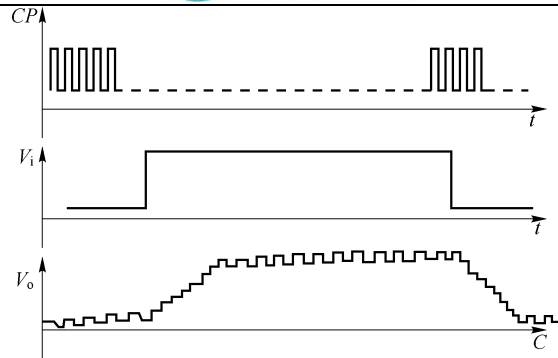


图 9-8



10 重庆大学 2010 年《电子技术一》考研真题、答案与解析

模拟电子技术部分 (75 分)

一、概念题 (每题 4 分, 共 40 分)

1. 简述 PN 结在外加电压作用下, 载流子的运动特点。

解: 当 PN 结加正向偏压时, 外电场的方向与内电场方向相反, 外电场削弱内电场, 耗尽层变窄, 扩散运动大于漂移运动, 多子扩散形成正向电流。当 PN 结加反向偏压时, 外电场的方向与内电场方向相同, 外电场加强内电场, 耗尽层变宽, 扩散运动小于漂移运动, 少子漂移形成反向电流。

2. 如果在 NPN 型三极管放大电路中测得发射极为正向偏置, 集电结也为正向偏置, 则此管的工作状态为_____状态。

答案: 饱和

3. 在由偶数级共射电路组成的多级放大电路中, 输入和输出电压的相位_____, 由奇数级组成的多级放大电路中, 输入和输出电压的相位_____。

答案: 相同 相反

4. 在放大电路中, 为什么要设置静态工作点?

解: 静态工作点是放大电路未输入信号 (静态) 时, 三极管的各极直流电流和极间直流电压。设置合适的静态工作点是为了避免放大器出现非线性失真, 获得尽可能大的输出动态范围。

5. 放大电路引入负反馈后, 放大倍数变为原来的_____倍, 上限频率变为原来的_____倍, 下限频率变为原来的_____倍。

答案: $\frac{1}{1+AF}$ $1+AF$ $\frac{1}{1+AF}$

6. 差分放大器有_____三种类型, 其中用于单端输出的最好为_____型。

答案: 基本式、长尾式和恒流源式 恒流源

7. 正弦波振荡电路的组成部分有哪些?

答案: 放大电路、选频网络、正反馈网络、稳幅环节

8. 有源滤波器与无源滤波器的区别是在电路中引入了_____环节, 这是为了_____。

答案: 放大 提高通带电压、放大倍数和带负载能力

9. 负反馈放大电路产生自激振荡的相位条件为_____, 正弦波振荡电路的相位条件为_____, 放大器都工作在_____条件下。

答案: $\varphi_A + \varphi_F = (2n+1)\pi$ $\varphi_A + \varphi_F = 2n\pi$ 正反馈

10. 运算放大器的输出失调电压是如何定义的?

答案: 在输出电压为零时, 输入端所加的补偿电压即为输出失调电压。

二、(15 分) 如图 10-1 所示放大电路, 已知晶体管的 $\beta=100$, $U_{BE}=0.7V$, $r_{bb}=300\Omega$, r_{ce} 可忽略, $R_E=3k\Omega$, $I_1 \approx I_2 = 10I_{BQ}$, C_1 、 C_2 和 C_e 均可视为中频交流短路。(1) 欲使 $I_{CQ}=1mA$, $U_{CEQ}=6V$, 试确定 R_{B1} 、 R_{B2} 和 R_C 的值; (2) 画出放大电路的微变等效电路; (3) 设 $R_L=4.3k\Omega$, 计算放大电路的中频电压放大倍数及输入、输出电阻。

解: (1) 静态时: $U_{BQ} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} \Rightarrow I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BE}}{R_E}$, 而 $I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$, 所以有:

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

因此有： $R_C = \frac{V_{CC} - I_{EQ}R_E - U_{CEQ}}{I_{CQ}} = 3k\Omega$, $R_{B1} = \frac{V_{CC} - U_{BQ}}{I_1} = 6k\Omega$, $R_{B2} = \frac{U_{BQ}}{I_2} = 6k\Omega$

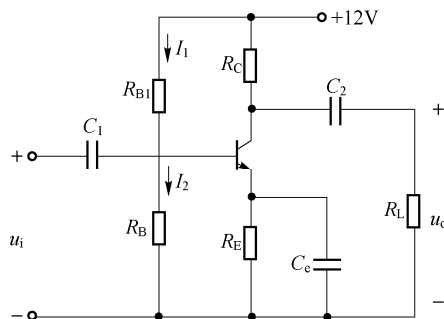


图 10-1

(2) 微变等效电路如图 10-2 所示。

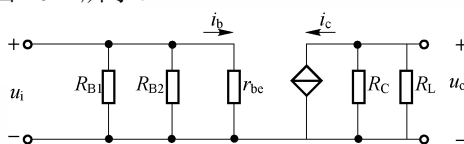


图 10-2

(3) 中频电压放大倍数为：

$$\dot{A} = \frac{V_o}{u_i} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = 67.9$$

输入电阻为：

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} = 1.76 k\Omega$$

输出电阻为：

$$R_o = R_C = 3k\Omega$$

三、(10 分) 在如图 10-3 所示电路中，A 为理想运算放大器，问：(1) 图 (a) 和图 (b) 所示的电路是什么类型的信号运算电路？(2) 它们分别属于什么类型的反馈电路？(3) 它们的输入电阻有什么不同？(4) 它们的电压放大倍数各是多少（写出表达式）？

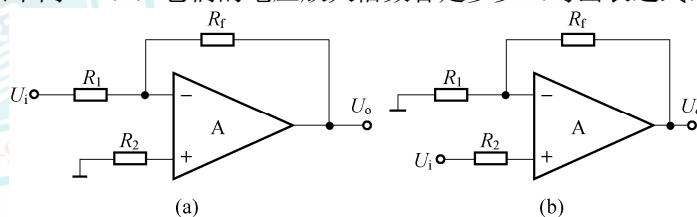


图 10-3

解：(1) 题图 (a) 所示电路为反相比例运算电路，题图 (b) 所示电路为同相比例运算电路。

(2) 题图 (a) 所示电路为电压并联反馈电路，题图 (b) 所示电路为电压串联反馈电路。

(3) 题图 (b) 所示电路的输入电阻大。

(4) 在题图 (a) 所示电路中， $\dot{A} = -\frac{R_f}{R_1}$ ；

在题图 (b) 所示电路中， $\dot{A} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$ 。(由运放的“虚短”、“虚断”可求解)

四、(10 分) 如图 10-4 (a) 和 (b) 所示电路（运放为理想运放）求：(1) 分别判断题图

(a) 和 (b) 能否产生自激振荡；(2) 求出可以振荡的电路中的 R_1 与 R_2 的关系。

解：(1) 由于题图 (a) 所示电路不满足自激振荡的条件，所以不能产生自激振荡；题图 (b) 所示电路能产生自激振荡。

(2) 起振时满足的条件为 $A_u > 3$ ，则 $1 + \frac{R_1}{R_2} > 3$ ，所以有： $R_1 > 2R_2$

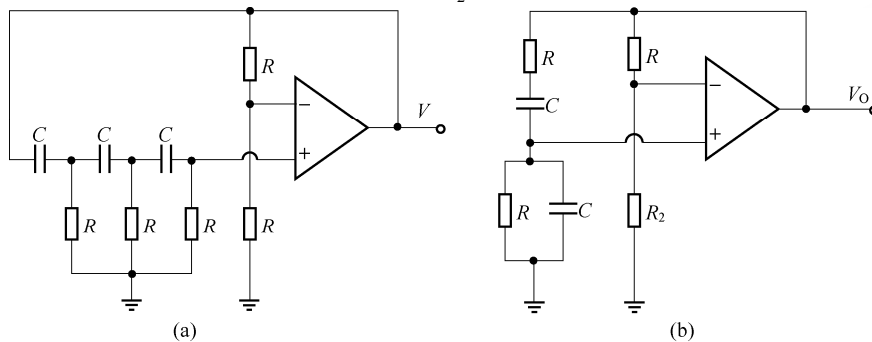


图 10-4