

深圳大学期末考试试卷

开/闭卷闭卷

A/B 卷B

课程编号课程名称模拟电路

学分3.5

命题人(签字)

审题人(签字)

2011 年 11 月 10 日

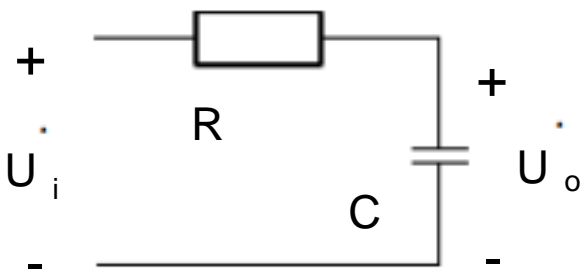
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	基本题 总分	附加题
得分												
评卷人												

一. (每题 5 分, 共 25 分) 简答题

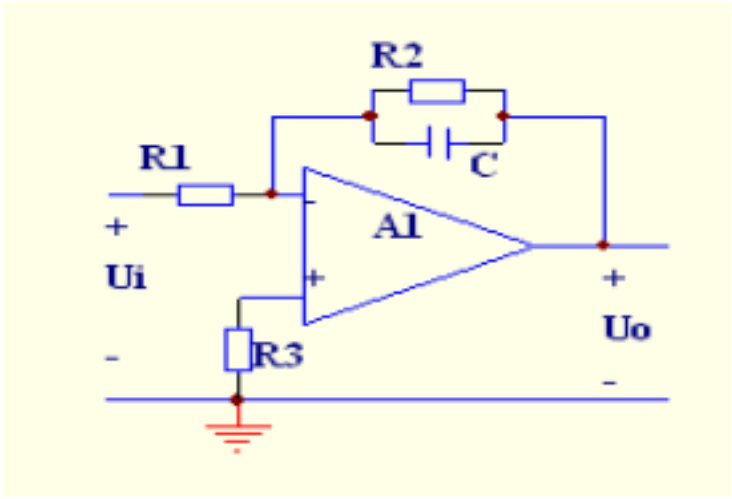
1. 已知一个放大器的电压增益 $A_u=u_o/u_i$ 为 30dB, 输入电阻 R_i 为 1K , 信号源的内阻 R_s 为 500 , 求源电压增益 $A_{us}=u_o/u_{s0}$

答: $A_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} A_u = 20 \text{ dB}$

2. 下图两个电路是什么滤波电路? 图 b 电路与图 a 电路相比, 有什么优点?



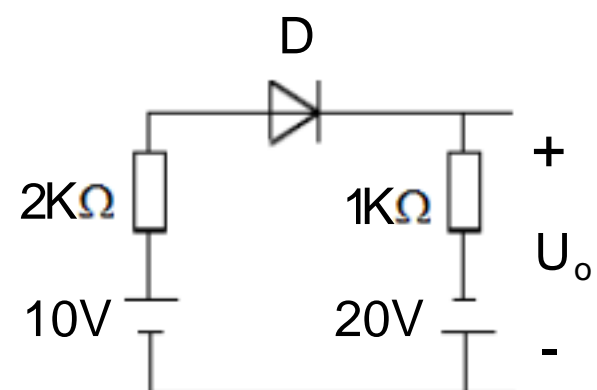
(a)



(b)

答: 图 a 是无源低通滤波电路。
图 b 是有源低通滤波电路。优点是提高了电压放大倍数和带负载能力。

3. 下图电路中的二极管可视为理想二极管, 判断该二极管是截止还是导通, 并求电压 U_o 。



答：二极管导通， $U_o = -10V$

4．场效应管与晶体管相比，其输入电阻有什么特点？在温度变化下，场效应管与晶体管谁性能更好？

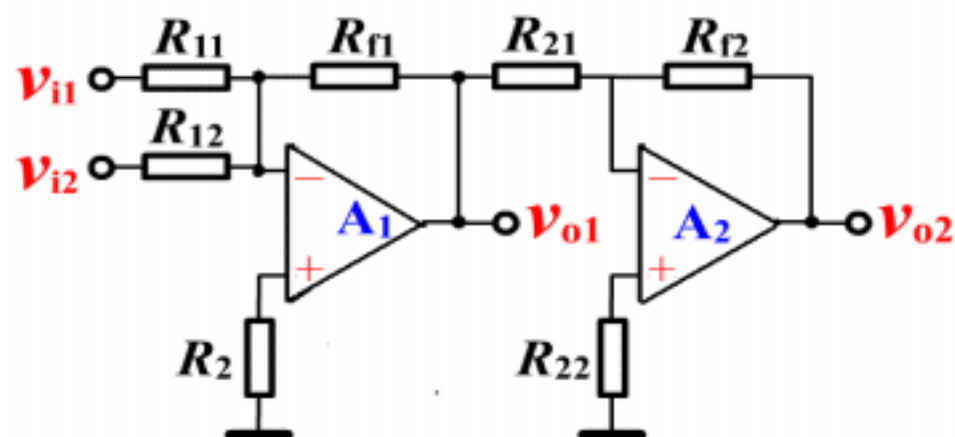
答：与晶体管相比，场效应管的输入电阻更高。在温度变化下，场效应管性能更好。

5．基本放大电路常见的三种组态是什么？双极型三极管输出特性上可以划分为三个工作区域，分别是什么？

三种组态分别为：共射，共基，共集。 ----- （3分）

三个工作区域：饱和区，放大区，截至区。 ----- （2分）

二、（15分）电路如图所示，假设运放为理想的。已知： $R_{11} = R_{12} = R_{f1}$ ， $R_{21} = R_{f2}$ ， $V_{i1} = 2V$ ， $V_{i2} = 3V$ 。试求： V_{o1} 和 V_{o2} 。



解： $v_{o1} = -\left(\frac{R_{f1}}{R_{11}} v_{i1} + \frac{R_{f1}}{R_{12}} v_{i2}\right) = -5V$ 。 ----- (8 分)

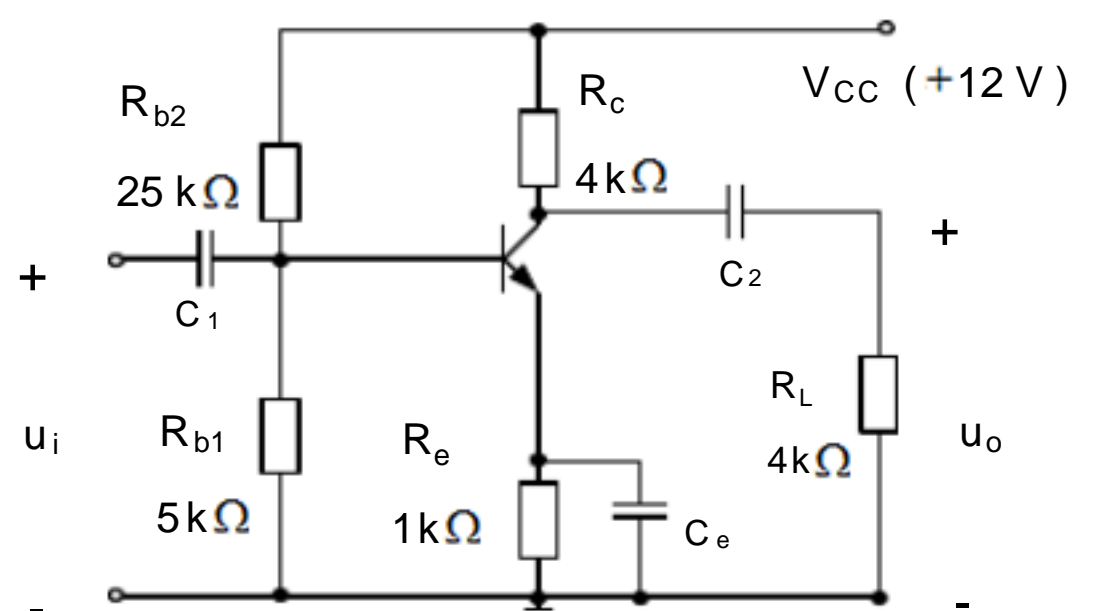
$v_{o2} = -\frac{R_{f2}}{R_{21}} v_{o1} = 5V$ 。 ----- (7 分)

三、 (20 分) 电路如图示，晶体管的 $\beta = 100$ ， $r_{bb} = 100\Omega$ ， $U_{BEQ} = 0.7V$ 。

(1) 求静态工作点 $Q(I_{BQ}, I_{CQ}, U_{CEQ})$ ；

(2) 画出微变等效电路；

(3) 求电压放大倍数 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 。



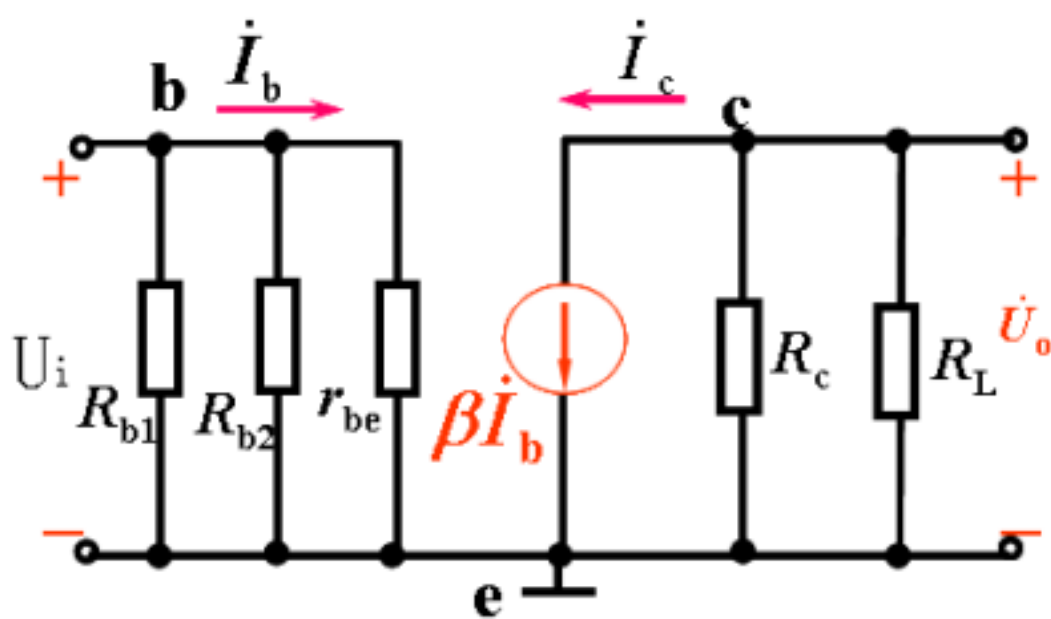
解：(1) $U_{BQ} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{cc} = 2V$

$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - 0.7}{R_e} = 1.3mA$

$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta} \approx 13\mu A$

$U_{CEQ} = V_{cc} - I_{EQ} (R_c + R_e) = 12 - 1.3(5 + 1) = 4.2V$

(2) 该电路的微变等效电路为



$$(3) \quad r_{be} = r_{bb} + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 100 + 101 * \frac{26}{1.3} = 2.1 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = - \frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be}} = -95$$

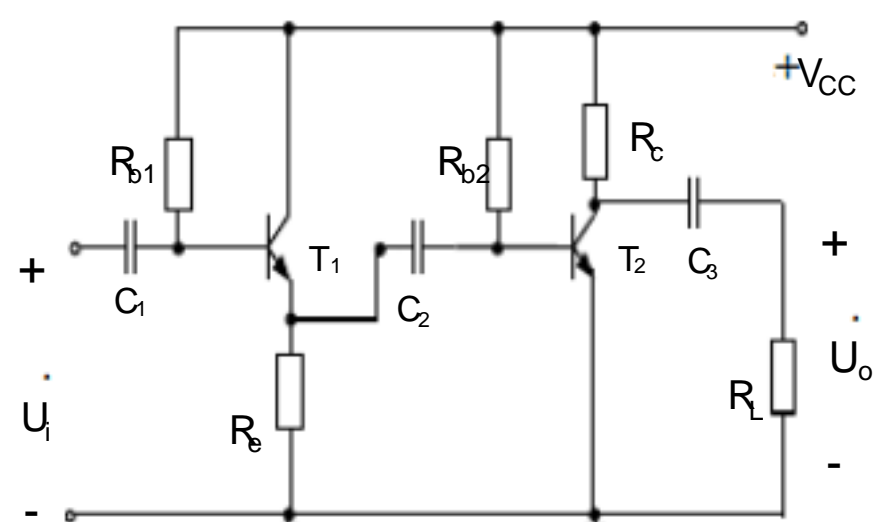
$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be} = 1.4 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c = 5 \text{ k}\Omega$$

四、（15分）两级放大电路如下图所示，设两个三极管的 β_1 、 β_2 、 r_{be1} 、 r_{be2} 已知。

a) T1、T2 接法是什么组态？T1 组态放在第一级的好处是什么？

b) 写出电压放大倍数 $A_u = U_o / U_i$ 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的表达式。



解：T1 是共集组态，T2 是共射组态。T1 组态放在第一级的好处是提高整个放大器的输入电阻。

$$\dot{A}_u = \dot{U}_o / \dot{U}_i = \dot{A}_{u1} \dot{A}_{u2} \approx 1 \left(-\frac{\beta_2 (R_c // R_L)}{r_{be2}} \right) = -\frac{\beta_2 (R_c // R_L)}{r_{be2}}$$

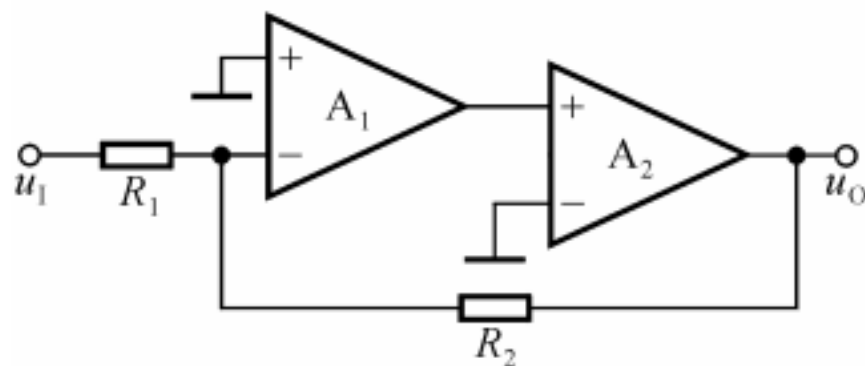
$$\text{其中, } \dot{A}_{u1} = \frac{(1 + \beta_1)(R_e // R_{i2})}{r_{be1} + (1 + \beta_1)(R_e // R_{i2})} = \frac{(1 + \beta_1)(R_e // R_{b2} // r_{be2})}{r_{be1} + (1 + \beta_1)(R_e // R_{b2} // r_{be2})} \approx 1$$

$$\text{输入电阻 } R_i = R_{i1} = R_{b1} // R_i' = R_{b1} // (r_{be1} + (1 + \beta_1)(R_e // R_{b2} // r_{be2})),$$

$$\text{输出电阻 } R_o = R_c$$

五、 (10分) 反馈放大电路如下图所示。

- 指出反馈支路，说明反馈的组态（包括：正 / 负，直流 / 交流，电压 / 电流，串联 / 并联）
- 若满足深度负反馈条件下，求闭环电压增益。

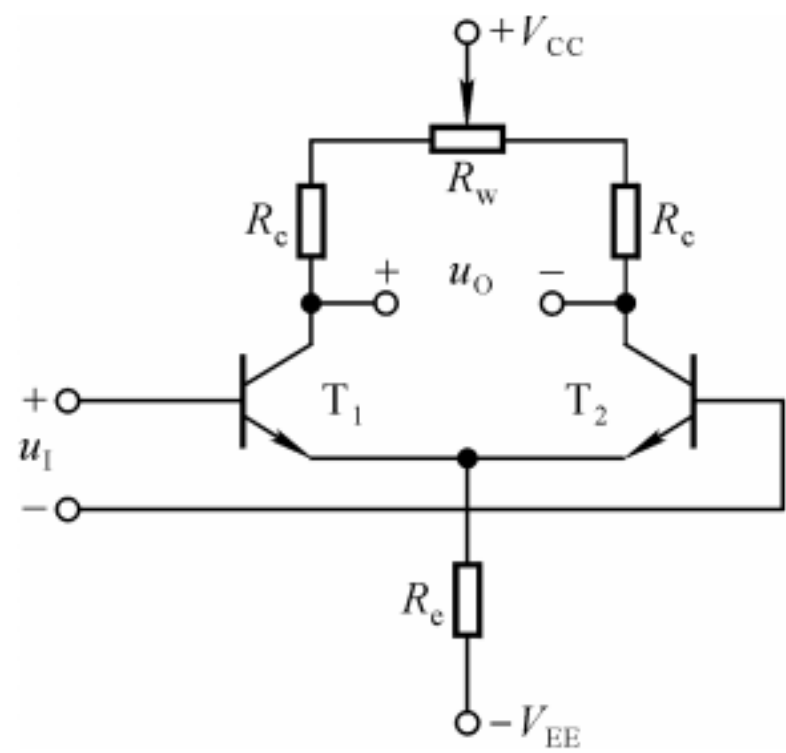


解：a) 反馈元件为 R_2 ，反馈类型：交直流电压并联负反馈；

$$\text{b) } \frac{u_i}{R_1} = \frac{-u_o}{R_2}, \text{ 所以 } A_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

六、 (15分) 如图所示，两管参数相同， $\beta_1 = \beta_2 = 100$ ， $r_{be1} = r_{be2} = 1.5K$ 。 $R_c = 3K$ ，
 $R_E = 10K$ ， $R_W = 100$ ， $V_{CC} = V_{EE} = 10V$ ， $r_{bb'} = 300 \Omega$

- 当 R_W 的滑动端在中点时， $u_o = 0$ ，求静态工作点 I_{BQ} ， I_{CQ} ， U_{CEQ} 。
- 输出端接负载， $R_L = 6K$ ，且 R_W 的滑到中点，求差模电压放大倍数 A_d 、共模电压放大倍数 A_c 、共模抑制比 K_{CMR} 、输入电阻、输出电阻。



解：该差分电路的发射极电流 $I_{EQ} = \frac{V_{EE} - 0.7}{2R_e} = 0.72 \text{ mA} \approx I_{CQ}$

$$I_{BQ} = I_{CQ} / \beta = 0.0072 \text{ mA} ,$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \left(R_C + \frac{R_W}{2} + 2R_e \right) - (-V_{EE}) = -3.4 \text{ V}$$

$$\text{则 } r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 300 + 101 \frac{26}{0.72} = 3.9 \text{ k}\Omega$$

差模电压放大倍数为：

$$A_{ud} = - \frac{\beta \left((R_C + \frac{R_W}{2}) // \frac{R_L}{2} \right)}{r_{be}} = -38.5$$

共模电压放大倍数为：

$$A_{uc} = 0$$

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

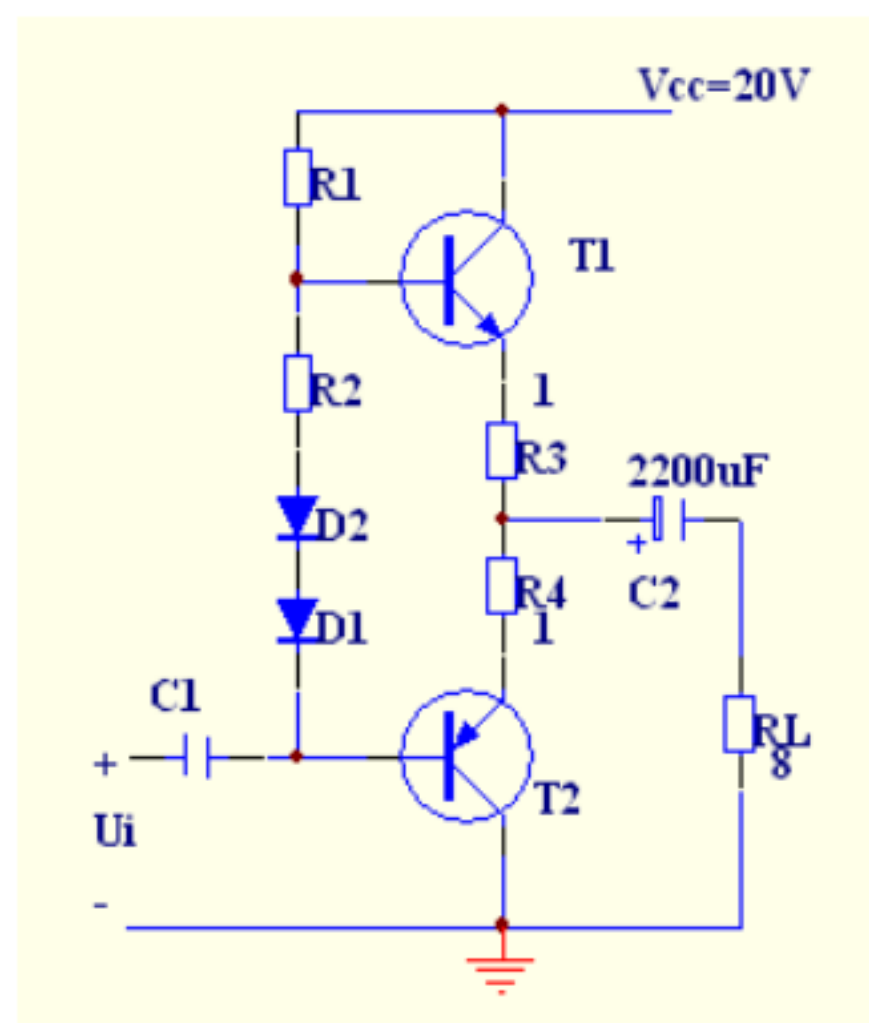
$$R_{id} = 2r_{be} = 7.8 \text{ k}\Omega$$

$$R_{od} = 2 \left(R_C + \frac{R_W}{2} \right) = 6.1 \text{ k}\Omega$$

附加题

一 . (12 分) 电路如图 , T1、T2 完全对称 , $V_{ces}=1V$,

- 求：
1. 输出最大功率；
 2. 在最大输出功率时的效率
 3. 当电容 C2 短路后 , 会出现什么现象？



- 二、(18 分) 图示电路中各运放均为理想运放，稳压管的稳定电压均为 $U_Z=4V$ ，稳压管的正向导通压降可忽略，三极管的饱和压降 $U_{CES}=0.5V$ ， $\beta=100$ ，输入电压 u_i 为图中方波。
- (1) 分析在输入电压 u_i 的正半周 ($u_i=5V$)、负半周 ($u_i=-5V$) 时间内，三极管各位于什么工作区 (截止、放大、饱和) 。
 - (2) $A_1 \sim A_3$ 各组成什么应用电路？
 - (3) 设 $t=0$ 时，电容电压为 0，分别画出 u_{o1} 、 u_{o2} 、 u_{o3} 、 u_o 的波形图。

