

姓名 陈奕凡班级 自74学号 2017011621画框的表示
没做，画圆
的表示做错
了

大题	一	二	三	四	五	六	七	总分
成绩	10	15	22	8	15	19	0	89

89

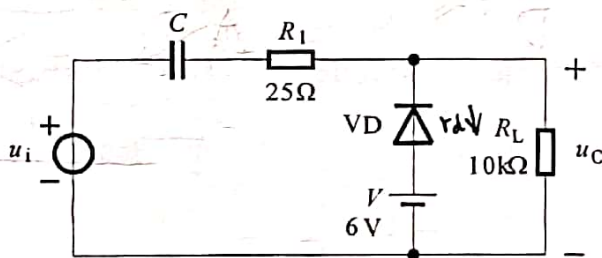
本试卷共七道题

一、(10 分) 判断下列说法的正误，在括号内画√表示正确，画×表示错误。

- (1) 在 N 型半导体中，空穴浓度大于电子浓度。(X)
- (2) PN 结外加正向电压变化时，其等效电容为扩散电容。(√)
- (3) 共集放大电路电压放大倍数小于 1，所以不能实现功率放大。(X)
- (4) 直接耦合多级放大电路 Q 点相互影响，不便于设计和调试。(√)
- (5) 阻容耦合放大电路只能放大交流信号，不能放大直流信号。(√)
- (6) 在典型静态工作点稳定电路中， R_e 的阻值越大，负反馈越强， Q 点越稳定，因此 R_e 的阻值越大越好。(X)
- (7) 仿真测量电压放大倍数时，不需要用示波器监测输出电压波形，直接用万用表的交流电压档测量输入电压和输出电压的有效值即可。(X)
- (8) 测量放大电路带宽时，应加入幅值固定、频率变化的输入信号(√)。
- (9) 集成运放的 SR 是衡量运放输入为小信号时的输出信号的最大变化速率。(X)
- (10) 不能用万用表的欧姆档测量放大电路的输入电阻(√)。

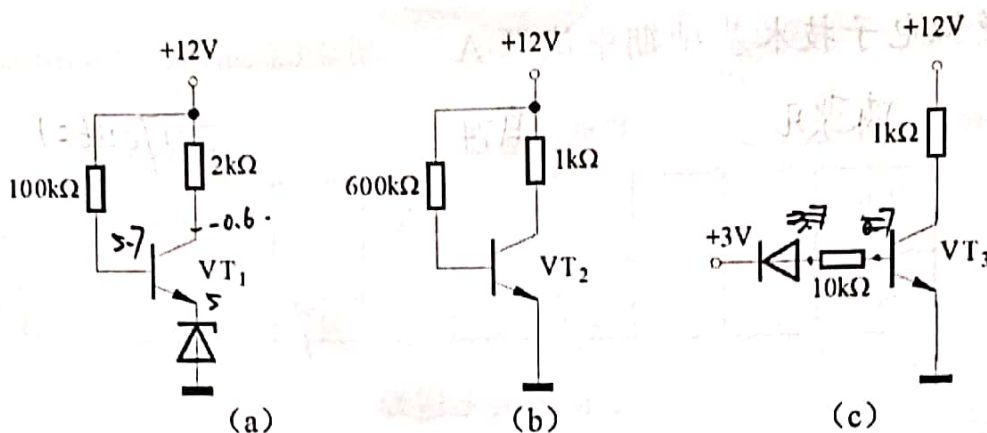
二、(15 分) 选择填空(可为单选或多选)

1. 电路如下图所示，电容 C 对交流信号可视为短路， u_i 有效值为 15mV。当直流电源 V 增大时，二极管的微变等效电阻 r_d 将 A，输出电压交流分量有效值 U_o 将 A。
- A. 减小 B. 增大 C. 不变



2. 设下图中的二极管、稳压管和晶体管发射结导通电压均为 0.7V，稳压管的 $U_Z=5V$ 、 $I_Z=1mA$ 、 $I_{ZM}=50mA$ ，晶体管的 β 均为 100。则判断各晶体管的工作状态分别为：图 (a) 为 A，图 (b) 为 C，图 (c) 为 B。
- A. 饱和 B. 截止 C. 放大





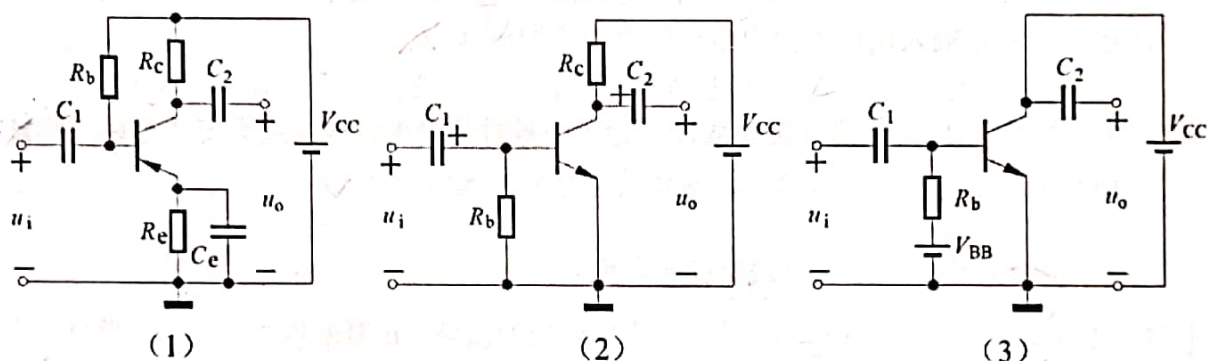
3. 下图电路不能正常放大输入信号的有图 (1)(2)(3)，并选择不能正常放大的原因（A、B、C、D 或 E 中的一个）填入以下空中。

若图（1）不能正常放大，则原因是 A；

若图（2）不能正常放大，则原因是 B；

若图（3）不能正常放大，则原因是 D。

- A. V_{CC} 极性不正确；
- B. 输入回路偏置不正确；
- C. 输入信号被短路；
- D. 输出信号被短路；
- E. 通电后，晶体管将因过流而损坏。



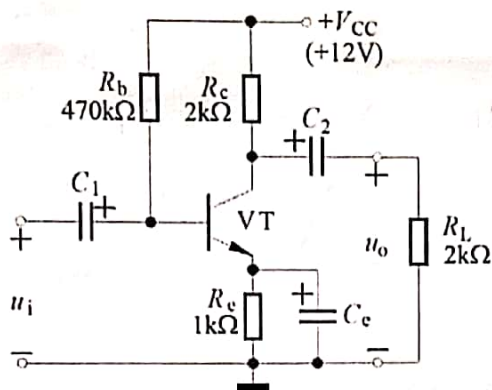
4. 组成两级放大电路，已知负载为 $1k\Omega$ ，为了将 $1mV$ 、内阻为 $100k\Omega$ 的电压信号源放大 300 倍，则第一级应选用 D，第二级应选用 A 放大电路；已知负载为 100Ω ，为了将 $1mV$ 、内阻为 $1k\Omega$ 的电压信号源放大 100 倍，则第一级应选用 A，第二级应选用 D 放大电路。

- A. 共射
- B. 共集
- C. 共基
- D. 共源
- E. 共漏

三、填空、计算（22 分）

1. 电路如下图所示，已知晶体管的 $U_{BEQ}=0.6V$ ， $\beta=100$ ， $r_{bb'}=100\Omega$ ，电容的容值均为 $10\mu F$ 。设电路参数变化时电路始终处于放大状态。





$$U_{BEQ} = 0.6V$$

$$\beta = 100$$

$$r_{bb'} = 100\Omega$$

$$C = 10\mu F$$

(1) 估算静态工作点 I_{BQ} 、 U_{CEQ} :

$$V_{CC} - U_{BEQ} = I_{BQ} R_b + (1 + \beta) I_{BQ} R_e \Rightarrow I_{BQ} \approx 19.96 \mu A$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - \beta I_{BQ} R_c - (1 + \beta) I_{BQ} R_e \Rightarrow U_{CEQ} \approx 6V$$

(2) 估算最大不失真输出电压有效值 U_{om} :

$$U_{om} = \frac{\min\{U_{CEQ} - U_{CES}, I_{CQ} \cdot (R_c // R_L)\}}{\sqrt{2}} \approx 1.41V$$

(3) 为获得尽可能大的不失真输出电压, R_b 应 减小 (填增大、减小);

(4) 若 C_e 开路, 中频电压放大倍数 $|A_{um}|$ 将 减小、 R_i 将 增大、 R_o 将 不变。

(填增大、减小、不变);

(5) 对放大电路下限截止频率 f_L 起决定性作用的电容为 C_e (填 C_1 、 C_2 、 C_e);

(6) 若 I_{BQ} 增大, $|A_{um}|$ 将 减小, 上限截止频率 f_H 将 增大 (填增大、减小、不变)。

2. 已知放大电路频率响应特性如下图所示, 中频时 A_{um} 相位为 0。回答下列问题:

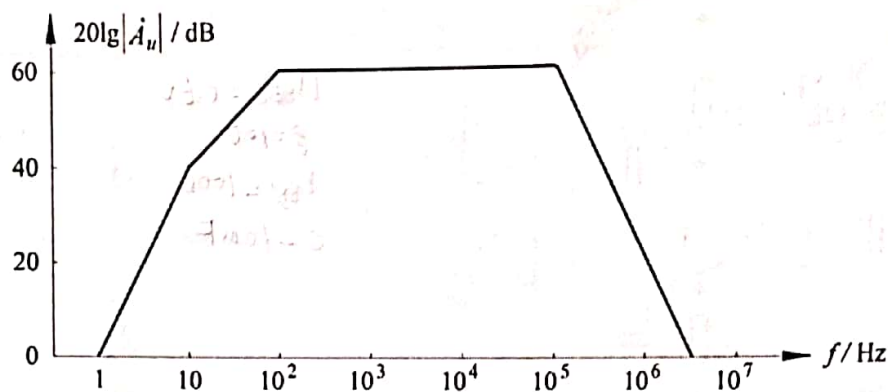
(1) 下限截止频率 $f_L \approx 100$ Hz, 上限截止频率 $f_H \approx 64282$ Hz。

(2) 电路的电压放大倍数的表达式为

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

(3) 当 $f = 10$ Hz 时输出电压相位约为 135° , 当 $f = 10^5$ Hz 时输出电压相位约为 -90° 。





四、(8分) 选择填空

1. 电路(a)为场效应管共源放大电路, 判断图中圆圈内管子可能的类型为 BF。
(若存在多种可能, 要选出全部可能的类型), 再任选一种画入图中相应位置。

- ☒ A. N沟道 JFET
 ☒ B. P沟道 JFET
 ☒ C. N沟道增强型 MOS 管
☒ D. P沟道增强型 MOS 管
 ☒ E. N沟道耗尽型 MOS 管
 ☒ F. P沟道耗尽型 MOS 管

2. 电路(b)为准互补输出级电路, 已知静态时 $u_O=0V$, 输入电压 u_i 为正弦波, T_1 、 T_2 、 T_4 、 T_5 参数相同, T_3 与 T_4 参数对称。

(1) T_3 和 T_4 组成的复合管等效为 B。

- A. NPN 管 B. PNP 管

(2) 已知静态时 $u_O=0$, 电路能正常工作, 则 R_3 与 R_4 的比值 $R_3:R_4$ 约为 B。

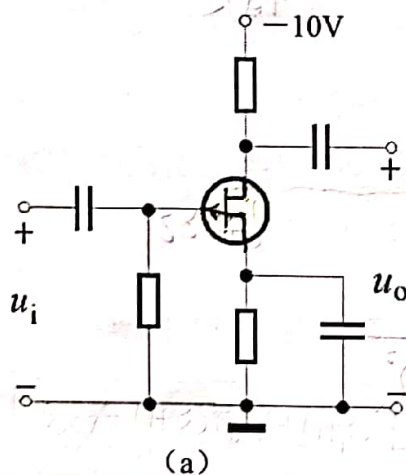
- A. 1 B. 2 C. 3

(3) 若静态时 $u_O>0V$, 则应增大 D。

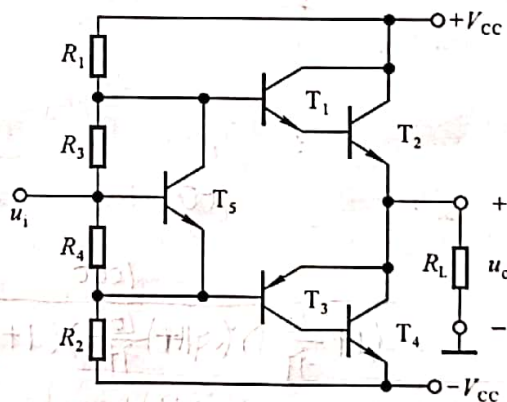
- A. R_1 B. R_2 C. R_3 D. R_4

(4) 当输入为正弦波时, 若 R_3 短路, 则输出电压 A; 若 R_1 开路, 则输出电压 C。

- A. 产生交越失真 B. 仅有正半波 C. 仅有负半波 D. $u_O=0$



(a)



(b)

五、(15分) 解答下列各题

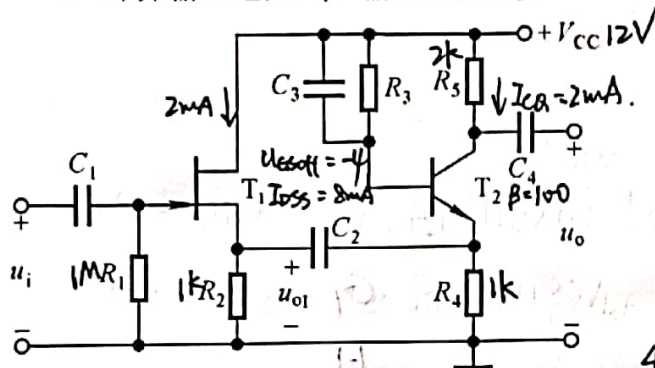
放大电路如图所示, 已知电源电压 $V_{CC}=12V$, T_1 的 $U_{GS(off)}=-4V$, $I_{DSS}=8mA$, $I_{DQ1}=2mA$; T_2 的 $\beta=100$, $U_{BEQ1}=0.7V$, $I_{CQ1}=2mA$, $r_{bb}=0\Omega$; $R_1=1M\Omega$, $R_2=1k\Omega$, $R_4=1k\Omega$, $R_5=2k\Omega$; 各电容对交流信号均可视为短路。解答下列各题。



1. 估算静态工作点 U_{GSQ1} 、 U_{DSQ1} 、 U_{CEQ2} ;
2. 分析 T_1 、 T_2 分别组成什么接法的单管放大电路;
3. 画出交流等效电路;

4. 计算电压放大倍数 $\dot{A}_{u1} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i}$, $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$;

5. 计算输入电阻 R_i , 输出电阻 R_o .

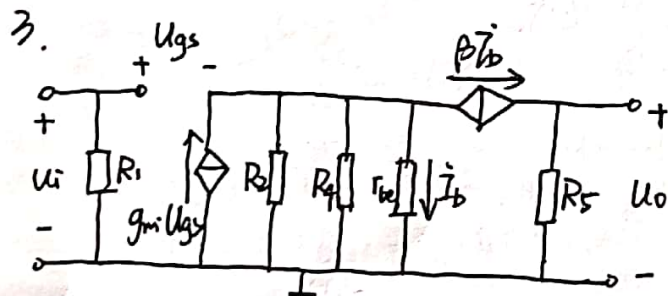


1. $U_{GSQ1} = 0 - I_{DQ} R_2 = -2V$

$U_{DSQ1} = V_{CC} - I_{DQ} R_2 = 10V$

$U_{CEQ2} = V_{CC} - I_{CQ} R_5 - I_{EQ} R_4 \approx 6V$

2. T_1 : 共漏 T_2 : 共基



4. $r_{be} = r_{bb'} + \beta \frac{U_T}{I_{CQ2}} = 1.3k\Omega$

$g_m = -\frac{2}{U_{GS(off)}} \sqrt{I_{DSS} I_{DQ}} = 2mS$

$\dot{A}_{u1} = \frac{g_m (R_3 // R_4 // \frac{r_{be}}{1+\beta})}{g_m (R_3 // R_4 // \frac{r_{be}}{1+\beta}) + 1} \approx 0.024$

$A_u = A_{u1} \cdot \frac{\beta R_5}{r_{be}} \approx 3.69$

5. $R_i = R_1 \approx 1M\Omega$

$R_o = R_5 = 2k\Omega$



19

六、(22 分) 场效应管多级放大电路如图 7 所示, 已知 $+V_{DD}=10V$, $-V_{SS}=-10V$; 增强型 NMOS 管 T_1 、 T_2 、 T_5 、 T_6 参数均为 $U_{GS(th)}=1V$, $I_{D0}=0.25mA$; 增强型 PMOS 管 T_3 、 T_4 参数均为 $U_{GS(th)}=-1V$, $I_{D0}=-0.25mA$ 。晶体管 T_7 、 T_8 、 T_9 的 β 均相等。静态时 T_1 、 T_2 管的漏极电流 $I_{DQ1}=I_{DQ2}=0.5mA$, 电流源 $I_1=1mA$ 。

回答下列各题:

1. 从以下答案中选择正确答案的序号填入以下各题空格:

- A. 共射 B. 共集 C. 共源 D. 共漏 E. 镜像电流源 F. 微电流源
G. 有源负载 H. 作为偏置电路设置静态电流

(1) T_7 与 T_8 组成 A 电路, T_9 组成 B 电路。

(2) T_3 与 T_4 组成 E 电路, 其作用是 G。

T_5 与 T_6 组成 F 电路, 其作用是 H。

2. 计算电阻 R_1 为:

$$I_{DQ5} = I_{DQ1} + I_{DQ2} = 1mA$$

$$I_{DQ5} = I_{D0} \cdot \left(\frac{U_{GS}}{U_{GS(th)}} - 1 \right)^2 \Rightarrow U_{GS} = 3V$$

$$V_{DD} - I_{DQ5} \cdot R_1 - (-V_{SS}) = U_{GS} \Rightarrow R_1 = 17k\Omega$$

3. 已知电流源 I_1 、 I_2 动态电阻为无穷大, 所有 MOS 管的输出端动态电阻 r_{ds} 均为无穷大, 晶体管的输出端动态电阻 r_{ce} 均为无穷大。已知所有晶体管的 β 均相等, 发射结动态电阻为 $r_{be i}$; MOS 管的低频跨导为 $g_{m i}$, 其中 i 为管子序号。

写出输入差模信号时的电压放大倍数表达式 $A_u = \dot{U}_o / \dot{U}_i = A_{u1} \times A_{u2} \times A_{u3}$

$$= \frac{-g_{m1} R_{i2}}{1 + (1+\beta) r_{be7} + (1+\beta) r_{be8}} \cdot \frac{-(1+\beta)^2 R_{i3}}{r_{be7} + (1+\beta) r_{be8} + (1+\beta)^2 R_{i3}} \cdot \frac{(1+\beta) R_L}{r_{be9} + (1+\beta) R_L}$$

*(不要化简) [其中 $R_{i3} = r_{be9} + (1+\beta) R_L$
 $R_{i2} = r_{be7} + (1+\beta) r_{be8} + (1+\beta)^2 R_{i3}$]

写出输入共模信号时的电压放大倍数 $A_c = 0$ 。

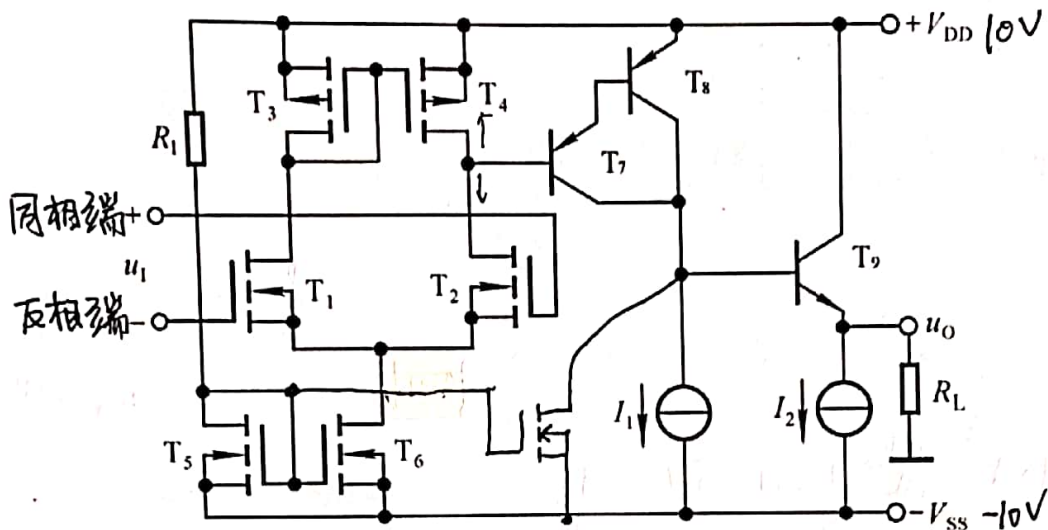
A6



由 扫描全能王 扫描创建

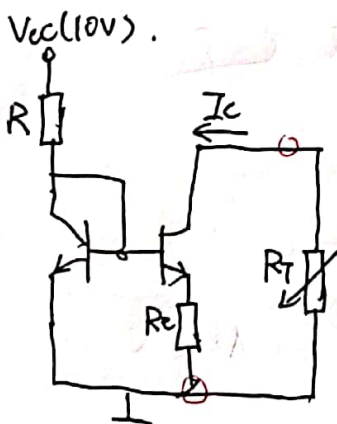
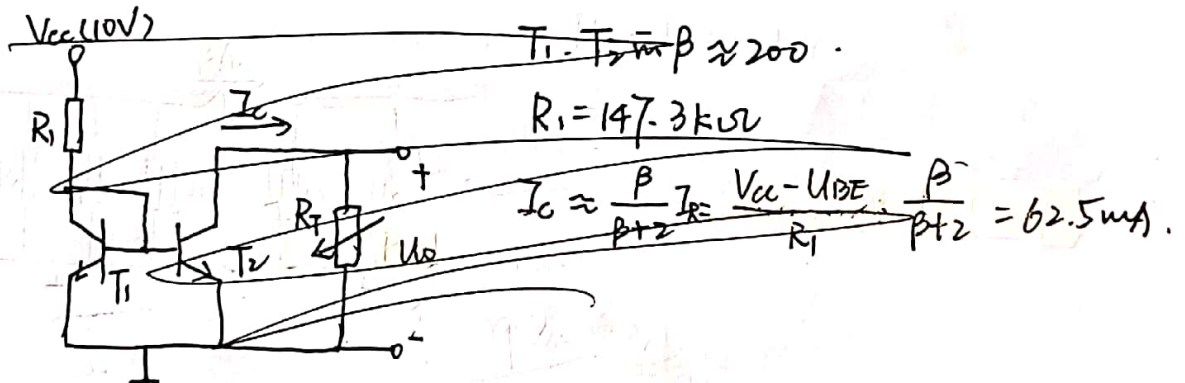
4. 在输入端标出同相端和反相端。

5. 请设计一个最简电路代替电流源 I_1 ，请在图中画出来。要求增加的元器件的数量和种类都尽可能少。



七、(8分) 某热敏电阻的阻值 R_T 随温度 t 升高而增大，已知在常温 (27°C) 下其电阻值为 $10\text{k}\Omega$ ，温度每升高 1°C 其阻值增加 4Ω 。为了测量温度，希望将温度的变化转换为电压的变化。请用热敏电阻设计一个电路，将温度的变化转换为电压的变化，当温度升高 25°C 时电压变化约为 0.25V 。可选元件如下：一个 $+10\text{V}$ 直流电源，若干热敏电阻，若干晶体管 ($r_{be}=0$, β 小于等于 200)，若干电阻 (阻值小于等于 $1\text{M}\Omega$)，各元件在温度变化时都能正常工作。已知晶体管发射结导通电压为 0.7V 。

1. 画出具体电路，标明元件参数，要求电路尽可能简单；
2. 详细说明电路的工作原理，并计算必要的参数。



取 $R = 4\text{k}\Omega$, $R_e \approx$

$$I_{C1} = \frac{U_T}{R_e} \ln \frac{R}{I_{C1}}$$

A7



由 扫描全能王 扫描创建