

复旦大学微电子学院

2022~2023 学年第一学期期末考试试卷

☒ A 卷 ☐ B 卷 ☐ C 卷

课程名称：____模拟电子线路____ 课程代码：____MICR130002____

开课院系：____微电子学院____ 考试形式：网上考试（闭卷）

姓名：____ 学号：____ 专业：____

提示：请同学们秉持诚实守信宗旨，谨守考试纪律，摒弃考试作弊。学生如有违反学校考试纪律的行为，学校将按《复旦大学学生纪律处分条例》规定予以严肃处理。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	总分
得分									

（以下为试卷正文或课程论文题目）

请在答题纸上电子作答：

✓ 选择题和填空题：填写在表格的对应题号处；

✓ 计算题：可电子作答；也可纸质手写后，拍照插入答题纸。

参考公式：

- BJT 小信号参数（其中：热电压 $V_T = 25\text{mV}$ ）：

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}, r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{\beta}{g_m}, r_o = \frac{V_A + |V_{CE}|}{I_C} \approx \frac{V_A}{I_C}$$

- NMOS 大信号模型：

$$\text{饱和区: } I_{DS} = \frac{K_n}{2}(V_{GS} - V_{TH})^2; \text{ 线性区: } I_{DS} = K_n \left[(V_{GS} - V_{TH})V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

- NMOS 小信号参数：

$$g_m = K_n(V_{GS} - V_{TH}) = \frac{2I_{DS}}{V_{GS} - V_{TH}}, r_o = \frac{V_A + V_{DS}}{I_{DS}} \approx \frac{V_A}{I_{DS}}$$

一、单项选择题（每题 1.5 分，共 30 分）

1. 在本征半导体中掺入五价元素的杂质，此半导体中的自由电子是（ ）。

- (A) 少子 (B) 多子
(C) 杂质 (D) 热激发

2. 当下列半导体器件导通时，载流子输运方式与其它不同器件的是（ ）。

- (A) 二极管 (B) 三极管 (BJT)
(C) MOSFET (D) 以上都相同

3. 当三极管工作于正向放大区时，基极与发射极（B-E 结）、基极与集电极（B-C 结）之间主要的结电容分别为（ ）。

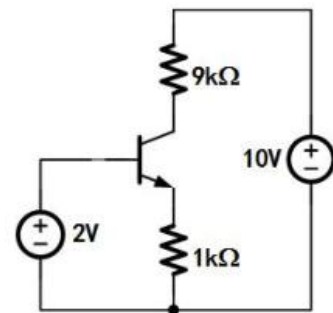
- (A) 都是势垒电容 (B) 都是扩散电容
(C) 势垒电容，扩散电容 (D) 扩散电容，势垒电容

4. 在晶体管中，与厄利电压（Early Voltage）不相关的是（ ）。

- (A) 基区宽度调制 (B) 沟道长度调制
(C) 衬底偏置效应 (D) 器件输出阻抗

5. 右图所示的 NPN 型 BJT 偏置电路，其中： $V_{BE(on)}=0.7V$ ， $V_{CE(sat)}=0.2V$ ，电流放大倍数 $\beta \gg 1$ ；则 BJT 工作于（ ）。

- (A) 截止区
(B) 饱和区
(C) 正向放大区
(D) 反向放大区



6. 相同 BJT 器件在相同偏置条件下，不同组态的单管放大器中，-3dB 带宽最小的是（ ）组态放大器。

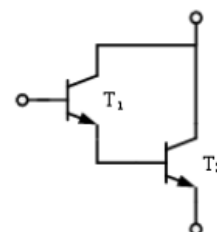
- (A) 共集电极 (C-C) (B) 共发射极 (C-E)
(C) 共基极 (C-B) (D) 具有射极电阻的共发射极 (C-E)

7. 在放大电路的三种基本组态中：既能放大电压，也能放大电流的是（ ）组态；可以放大电压，但不能放大电流的是（ ）组态；只能放大电流，但不能放大电压的是（ ）组态。

- (A) 共射 共集 共基 (B) 共射 共基 共集
(C) 共集 共基 共射 (D) 共基 共射 共集

8. 如图所示的复合管（达灵顿管）设计共射放大器时，与单管共射放大器相比较，下列参数变化方向不同的是（ ）。

- (A) 输入阻抗
(B) 输出阻抗
(C) 电流增益
(D) 发射结导通电压

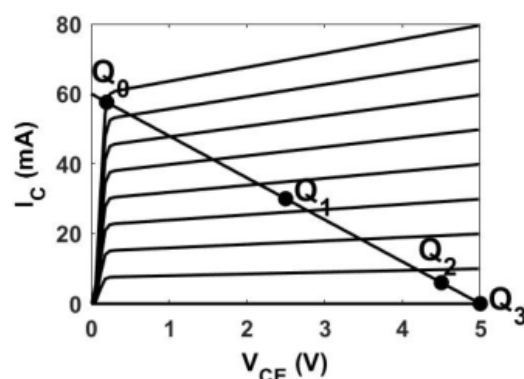


9. 由 PNP 型晶体三极管构成的共射级放大电路，输出电压出现的削底失真（ ）失真，欲改善失真应该将基极偏置电流（ ）。

- (A) 饱和，增大 (B) 饱和，减小
(C) 截止，增大 (D) 截止，减小

10. 在如图所示的晶体管输出特性曲线和负载线，甲类（A 类）功率放大器的工作点应设置在（ ）。

- (A) Q_0
(B) Q_1
(C) Q_2
(D) Q_3



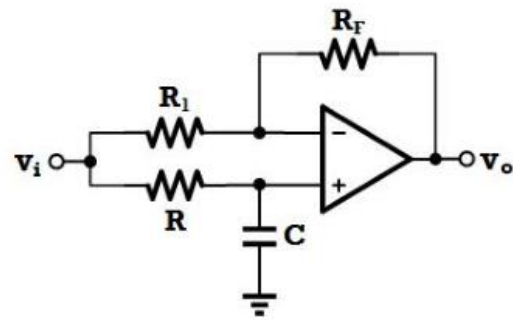
11. 导通角用弧度表征功率放大器中每个晶体管周期性的导通时间，若甲类（A 类）、乙类（B 类）和甲乙类（AB 类）的导通角分别为 θ_A 、 θ_B 、 θ_{AB} ，则：（ ）。

- (A) $\theta_A > \theta_B > \theta_{AB}$ (B) $\theta_{AB} > \theta_A > \theta_B$
(C) $\theta_A > \theta_{AB} > \theta_B$ (D) $\theta_A = \theta_B = \theta_{AB}$

12. 乙类（B 类）B 类功放产生的交越失真属于（）
- (A) 截止失真 (B) 饱和失真
(C) 频率失真 (D) 相位失真
13. 与推挽乙类（B 类）功率放大器相比较，甲乙类推挽（AB 类）功率放大器的优点在于（）。
- (A) 消除交越失真 (B) 提高转换效率
(C) 降低静态功耗 (D) 简化电路结构
14. 若要从信号源获得更大的电压，并稳定输出电压，应在放大电路中引入（）组态的负反馈。
- (A) 电压并联 (B) 电压串联
(C) 电流并联 (D) 电流串联
15. 在输入量不变的情况下，若引入反馈后（），则说明引入的反馈是负反馈。
- (A) 输入电阻增大 (B) 输出量增大
(C) 净输入量增大 (D) 净输入量减小
16. 使用纯电阻反馈网络的负反馈放大器与相应的开环放大器相比，具有相同的（）。
- (A) 输入阻抗 (B) 输出阻抗
(C) -3dB 带宽 (D) 0dB 带宽
17. 为保证负反馈电路的可靠稳定性，电路设计要求（）的相位裕度不小于 45 度。
- (A) 开环增益（ A_0 ） (B) 环路增益（ A_0F ）
(C) 反馈系数（ F ） (D) 闭环增益（ A_f ）

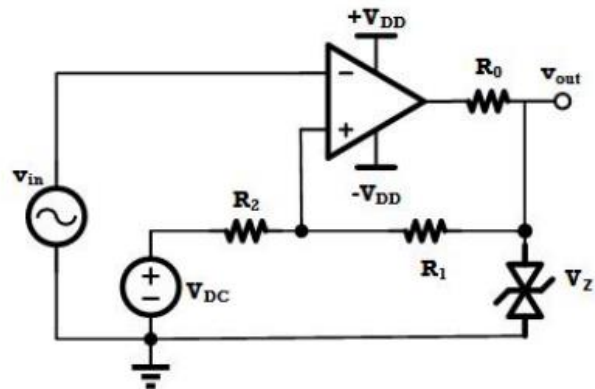
18. 如图所示是用理想运设计的滤波器，当 $R_F = R_1$ 时，其传递函数为（ ）。

- (A) $\frac{1 - sRC}{1 + sRC}$
 (B) $\frac{1 + sRC}{1 - sRC}$
 (C) $\frac{1}{1 + sRC}$
 (D) $\frac{1}{1 - sRC}$

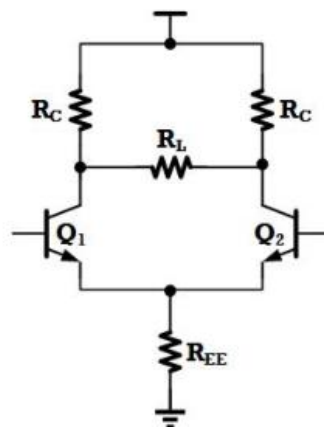


19. 如图所示用理想运放设计的滞回比较器，其中：运放工作电源为 $\pm 15V$ ，双向稳压管输出电平 $V_Z = \pm 10V$ ， $V_{DC} = 2V$ ， $R_1 = 15 k\Omega$ ， $R_2 = 5k\Omega$ ，则该滞回比较器的阈值电压为（ ）。

- (A) +7V 和 -3V
 (B) +6V 和 0V
 (C) +4V 和 -1V
 (D) +8V 和 -7V



20. 当用半电路模型分析如图所示的差分电路时，在差模半电路模型和共模半电路模型中，公共射极电阻 R_{EE} 应分别等效为（ ）和（ ）。



- (A) $R_{EE}/2$ ， $R_{EE}/2$
 (B) $2R_{EE}$ ， $2R_{EE}$
 (C) $2R_{EE}$ ， ∞
 (D) 0， $2R_{EE}$

二、填空题（每空 2 分，共 40 分）

1. 三极管包括发射结和集电结两个 PN 结，它们的偏置状态决定了三极管的工作区域，三个工作区域的条件分别是：放大区是____(1)____，饱和区是____(2)____，截止区是____(3)____。

2. 当温度升高时，三极管的下列参数变化趋势为（增大，减小）：

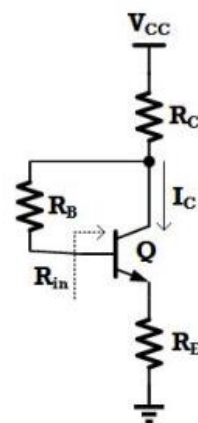
- a. 电流放大系数 β ____ (4) ____；
- b. 反向饱和电流 I_{CBO} ____ (5) ____；
- c. 当 I_B 不变时发射结正向电压 V_{BE} ____ (6) ____。

3. 右图电路中，已知：热电压： $V_T = 25\text{mV}$ ；

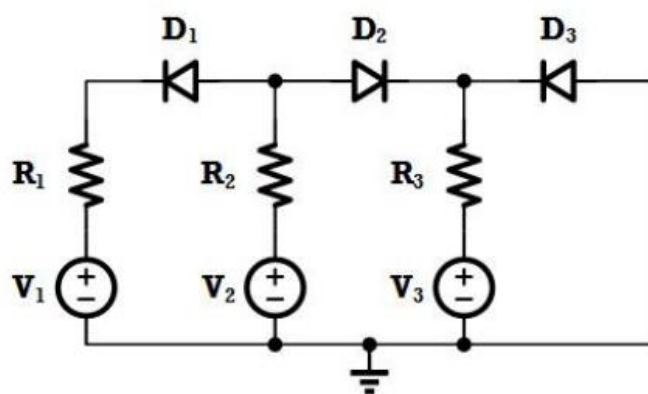
$V_{CC} = 15\text{V}$, $R_B = 80\text{k}\Omega$, $R_C = 12\text{k}\Omega$, $R_E = 1.5\text{k}\Omega$;

晶体管 Q: $V_{BE(on)} = 0.7\text{V}$, $\beta = 99$, $V_A = 100\text{V}$;

则: $I_C =$ ____ (7) ____, $g_m =$ ____ (8) ____, $R_{in} =$ ____ (9) ____。



4. 如图所示二极管组成的电路



其中: $V_1 = -15\text{V}$, $V_2 = +10\text{V}$, $V_3 = -5\text{V}$, $R_1 = R_2 = R_3 = 5\text{k}\Omega$; 则:

- a. 在三个二极管 (D_1 、 D_2 和 D_3) 中，处于导通状态的是____(10)____；
- b. 当使用理想二极管模型（即: $V_{BE(on)}=0\text{V}$ ）进行估算时，这三个二极管中最大工作电流等于____(11)____。

5. 差分放大器的基本功能是对差模信号的 (12) 作用和对共模信号的 (13) 作用，这一性能用 (14) 指标来衡量；当其差模电压增益 $A_{vdm} = -50 \text{ V/V}$ ，共模电压增益 $A_{vcm} = -5 \text{ mV/V}$ ，则该指标 = (15) dB。

6. 判断下图四种的电路中反馈的极性与组态，若为负反馈，则只写反馈组态（如：电压串联）；若为正反馈，则只写反馈极性（即：正反馈）：

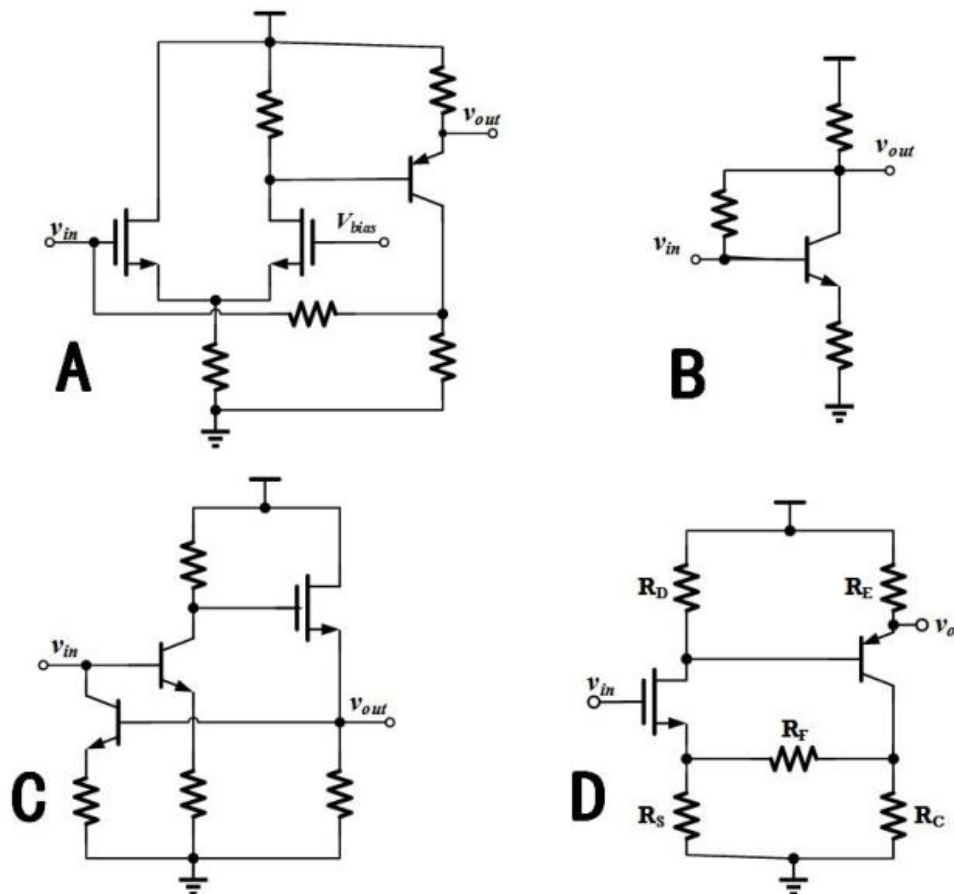
图 A 是 (16)；

图 B 是 (17)；

图 C 是 (18)；

图 D 是 (19)；

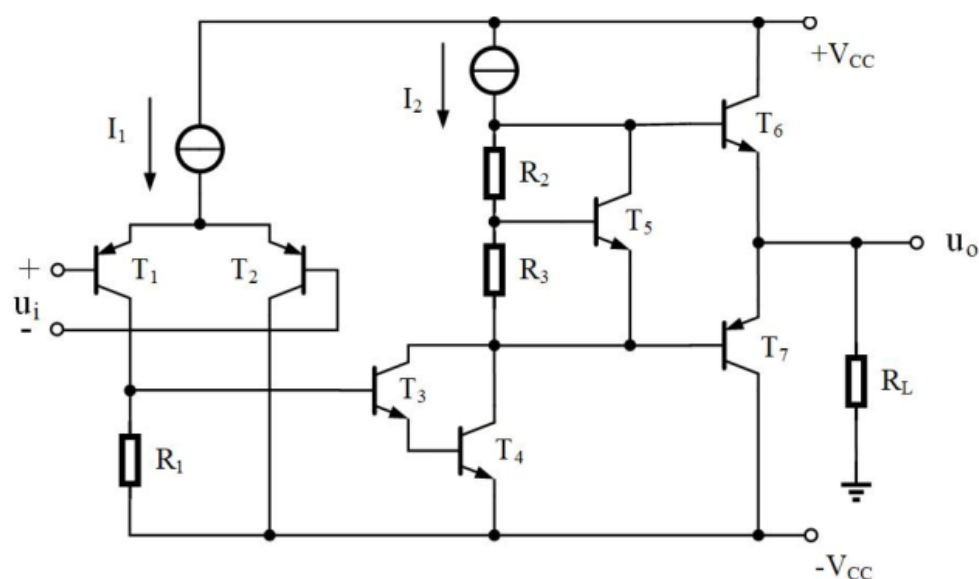
图 D 的反馈系数 $F =$ (20)。



三、计算题（每题 10 分，共 30 分）

1、电路如下图所示，两个恒流源为各级放大电路提供静态工作电流，输入为差分信号。

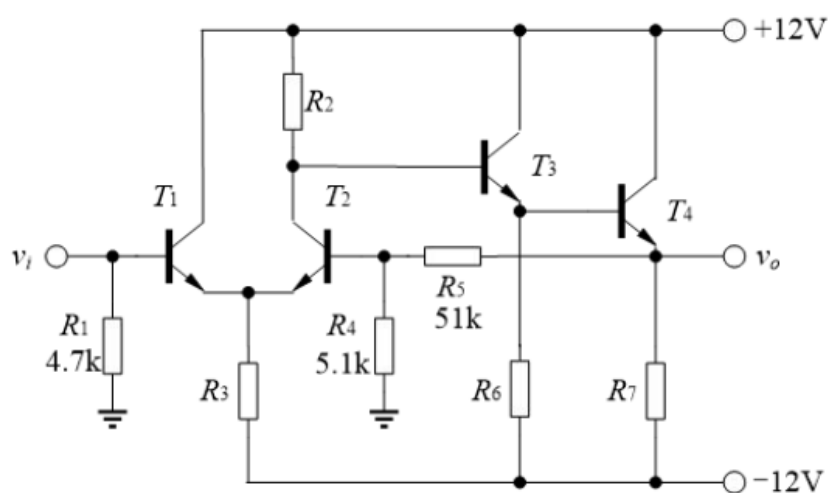
- (1) 说明 $T_1 \sim T_7$ 管的功能；
- (2) 设晶体管的电流放大系数为 β ，不考虑基区宽度调制效应。试写出各级放大器的中频电压增益、以及总的电压增益 $A_u = \frac{u_o}{u_i}$ 的表达式。



2、下图为负反馈放大器，已知其中晶体管静态工作点以及主要参数为：

$$I_{CQ1} = I_{CQ2} = 0.3\text{mA}, I_{CQ3} = 0.5\text{mA}, I_{CQ4} = 1.2\text{mA}, V_{BE(on)} = 0.7\text{V}, \beta \geq 250。$$

- (1) 说明此电路的主要负反馈回路由何元件构成，属于何种类型负反馈？
- (2) 已知当输入小信号电压 v_i 置零时，输出电压是 0V，若假定可以忽略所有 I_{BQ} ，计算各未标明阻值的电阻的阻值（小数点后保留两位有效数字）。
- (3) 计算深度负反馈条件下的电压增益 $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ 。



3、下图所示电路由理想运算放大器构成。

- (1) 写出电路的电压传递函数。
- (2) 说明是什么类型的滤波器（高通、低通、带通、带阻等）。
- (3) 写出滤波器特征参数表达式（通带增益、特征频率、品质因子等）。

