

## 模拟电子技术 (A)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 总分: \_\_\_\_\_

题号	一	二	三	四	五	六	七
得分							

## 一、选择题 (每题 2 分, 共 12 分)

1、N 型半导体通过在本征半导体中掺入\_\_\_\_元素形成, 其多数载流子是\_\_\_\_, 少数载流子是\_\_\_\_。( )

1) 三价, 自由电子, 空穴

2) 三价, 空穴, 自由电子

3) 五价, 自由电子, 空穴

4) 五价, 空穴, 自由电子

2、当 PN 结外加反向电压时, 扩散电流\_\_\_\_漂移电流, 此时耗尽层\_\_\_\_。( )

1) 大于, 变宽

2) 小于, 变宽

3) 大于, 变窄

4) 小于, 变窄

3、右图稳压管电路中, 稳压管的导电电压均为 0.7V,  $U_{z1}=8V$ ,

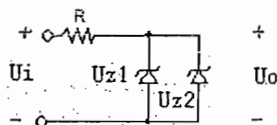
$U_{z2}=10V$ ,  $U_i=20V$ , 则输出电压为 ( )。

1) 8V

2) 10V

3) 0.7V

4) 20V



4、既有电流放大作用又有电压放大作用的电路是\_\_\_\_\_。

1) 共射电路

2) 共基电路

3) 共集电路

4) 都可以

5、双极型晶体管是\_\_\_\_元件, 场效应管是\_\_\_\_元件。( )

1) 电压控制型, 电流控制型

2) 电流控制型, 电流控制型

3) 电流控制型, 电压控制型

4) 电压控制型, 电压控制型

6、电路的频率响应是指对于不同频率的输入信号放大倍数的变化情况, 高频时放大倍数下降是因为\_\_\_\_的影响。

1) 耦合电容和旁路电容

2) 晶体管的非线性

3) 晶体管的极间电容和分布电容

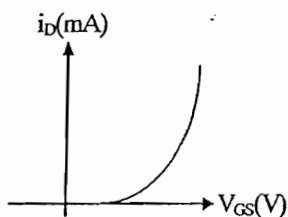
参考答案: (3), (2), (1), (1), (4), (3)

## 二、简答题（每题 3 分，共 18 分）

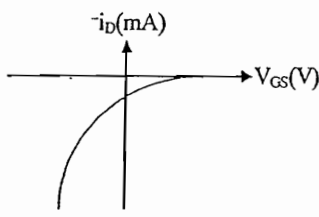
1、某电压放大电路空载时的电压增益为  $100\text{V/V}$ ，接上  $1\text{k}\Omega$  的负载后电压增益变为  $80\text{V/V}$ ，则该放大电路的输出电阻为 250 欧姆，当负载电阻为  $500\Omega$  时，电压增益为  $66.7\text{V/V}$ 。

2、下图给出了两个场效应晶体管的转移特性曲线，请判断它们各自的类型，

a) N 沟道 MOS 增强型 b) P 沟道 MOS 耗尽型



(a)



(b)

3、要使集成运放工作在线性区，应引入负反馈，要使集成运放工作在线性区，一般应使集成运放工作在开环状态或组成正反馈。

4、晶体管  $f_\beta$  的定义是：使共射电流放大系数  $\beta$  下降到  $70\% \beta_0$  的信号频率；特

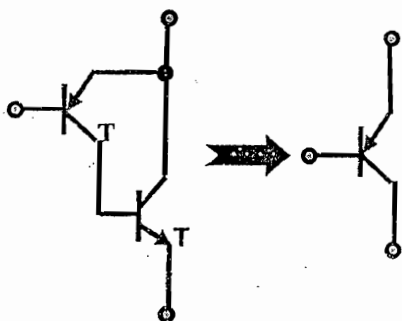
征频率  $f_T$  的定义是：使共射电流放大系数  $\beta$  下降到 1 的信号频率； $f_\alpha$  的定

义是：使共基电流放大系数  $\alpha$  下降到  $70\% \alpha_0$  的信号频率；以上三个频率之间的

关系是  $f_\alpha > f_T > f_\beta$ 。

5、功率放大电路的最大输出功率是在输入电压为正弦波时，输出基本不失真的情况下，负载上可能获得的最大 交流 功率。

6、用一个功率较小的 PNP 晶体管和一个功率较大的 NPN 晶体管构成 OCL 功放电路中的复合 PNP 管，请画出其连接方式。



两只不同类型管构成的PNP型管

## 模拟电子技术 (A)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

三、判断下面各图所示电路的反馈组态, 并求它们的闭环电压放大倍数。(15 分)

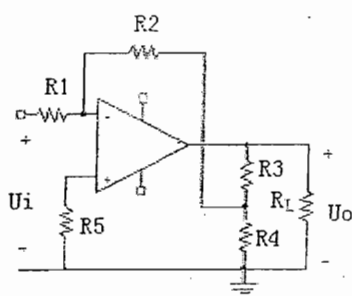


图 3-(a)

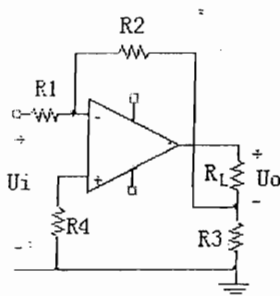


图 3-(b)

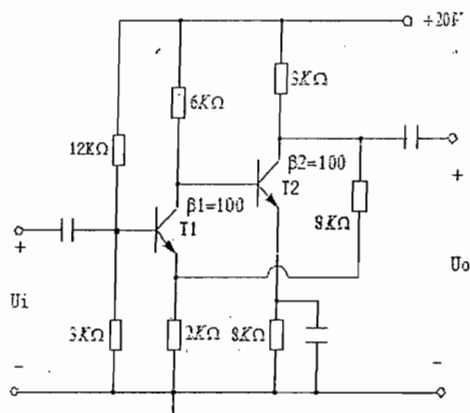


图 3-(c)

解: (a) 为电压并联负反馈。

$$\dot{F}_{iu} \dot{I}_f \dot{U}_o \dot{I}_1 \frac{R_2 // R_4}{R_3 \dot{G} R_2 // R_4} \cdot \frac{1}{R_2}$$

$$\dot{A}_{uf} \dot{U}_o \dot{U}_i \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_f R_1} \dot{I}_1 \frac{R_3 \dot{G} R_2 // R_4}{R_2 // R_4} \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

b) 为电流并联负反馈。

$$\dot{F}_{iu} \dot{I}_f \dot{I}_o \dot{I}_1 \frac{R_3}{R_3 \dot{G} R_2}$$

$$\dot{A}_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} \approx \frac{\dot{I}_o R_L}{\dot{I}_f R_1} = -\frac{R_3 + R_2}{R_3} \cdot \frac{R_L}{R_1}$$

c) 电压串联负反馈

$$\dot{A}_{uf} = \frac{\dot{A}_u}{1 + \dot{A}_u \dot{F}} \approx \frac{1}{F}, F = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}, \therefore \dot{A}_{uf} = 5$$

四、(6分×2)

1、电路如图 4-(a)所示。已知  $C=0.1\mu\text{F}$ ,  $R_1=20\text{k}\Omega$ 。

- 1) 正确连接图中各点, 使之构成正弦波振荡电路;
- 2) 要使电路满足起振条件,  $R_f$  如何选择;
- 3) 要使电路的振荡频率  $f_0=1000\text{Hz}$ ,  $R$  应如何选择。

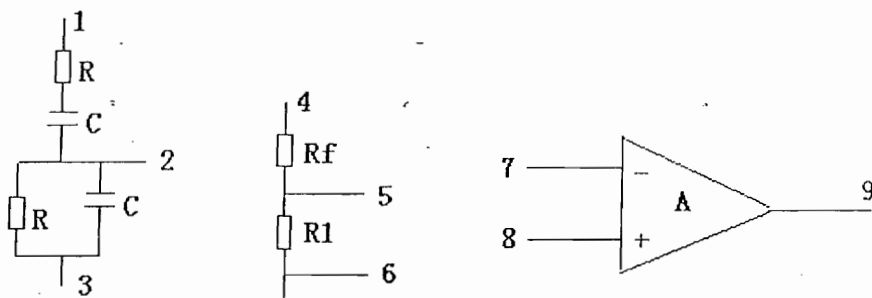


图 4-(a)

解:

1) 连接关系

1 接 4 接 9, 2 接 8, 3 接 6, 5 接 7

2)  $R_f \geq 2R_1 = 40\text{k}\Omega$

3)  $f_0 = 1/(2\pi RC) = 1000\text{Hz}$

$R = 1.6\text{k}\Omega$

2、有一个放大电路和一个电感电容电路如图 4-(b)所示，试将它们拼装在一起，构成一个电容反馈式振荡电路。

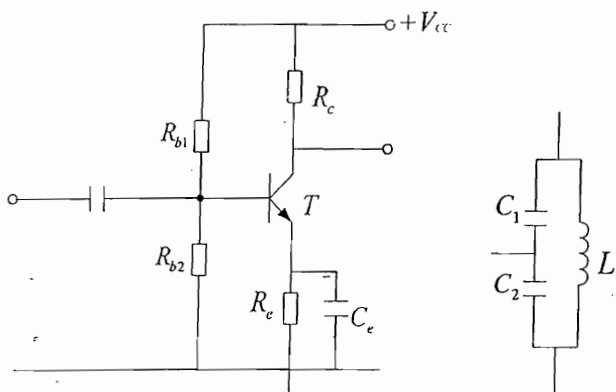
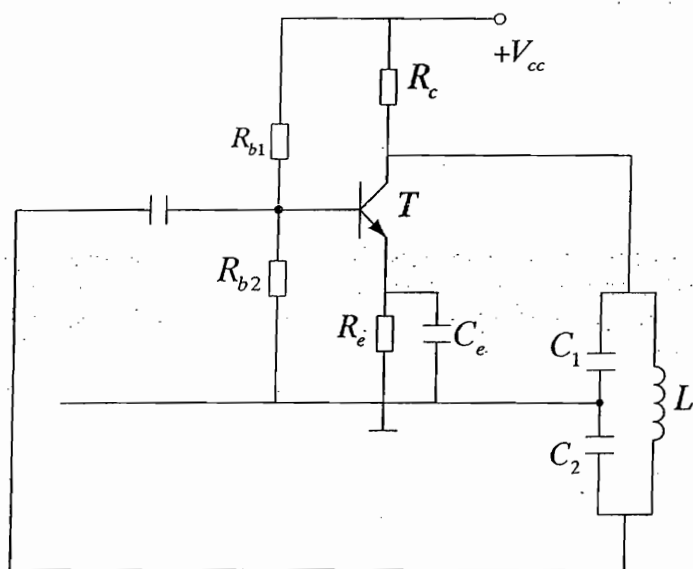


图 4-(b)

解：接法如下图所示。



模拟电子技术 (A)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

五、电路和输出波形如图 5-(a) 和 5-(b) 所示, 请画出其输入波形。(18 分)

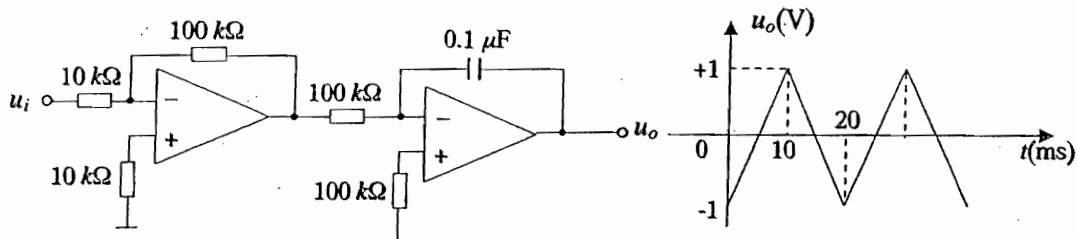


图 5-(a)

图 5-(b)

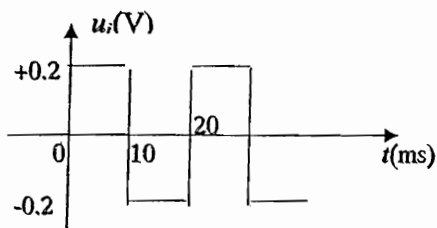
解: 根据虚短、虚断:

$$i_c = u_i / R_1 \text{ (方向如图所示)}$$

$$u_o = \frac{1}{C} \int i_c dt = \frac{1}{R_1 C} \int u_i dt$$

$$u_i = R_1 C \frac{du_o}{dt}$$

波形如下图



六、图 6 所示电路中, 已知 T1 的共射电流放大系数为  $\beta$ , 其输入回路的动态等效电阻为  $r_{be1}$ 。

简述 T2 管电路的作用, 给出电压放大倍数  $A_u$  和输入电阻  $R_i$  的表达式。(15 分)

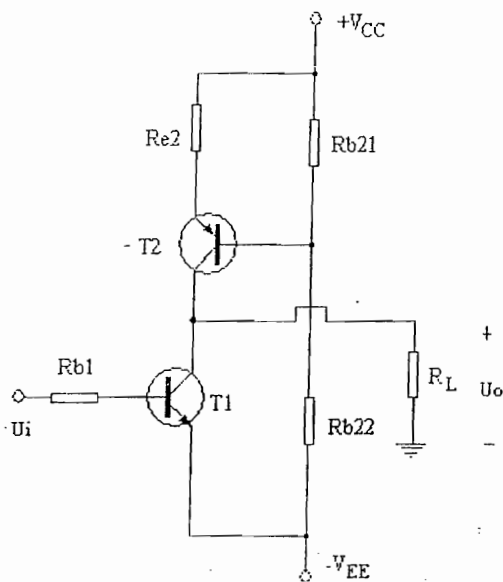


图 6

解: T2 管电路构成有源负载

$$A_{uf} = -\frac{\beta R_L}{R_{b1} + r_{be1}}, R_i = R_{b1} + r_{be1}$$

模拟电子技术 (A)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

七、图 7-(a) 中, 设 A 为理想运放, 已知稳压管 Z1, Z2 的正向导通电压均为 0.6V, Z1 的击穿电压  $U_{Z1}=3.4V$ , Z2 的击穿电压  $U_{Z2}=7.4V$ ,  $U_i$  为输入电压, 波形见图 7-(b)。试画出相应的输出电压波形和传输特性曲线。(10 分)

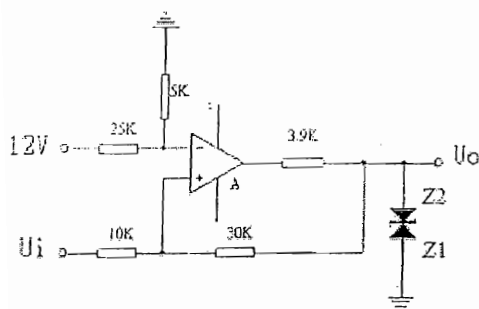


图 7-(a)

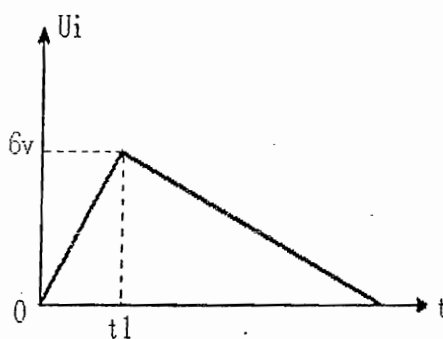


图 7-(b)

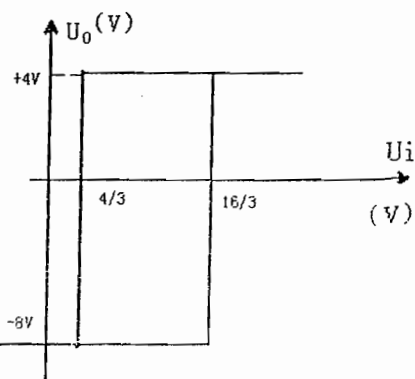
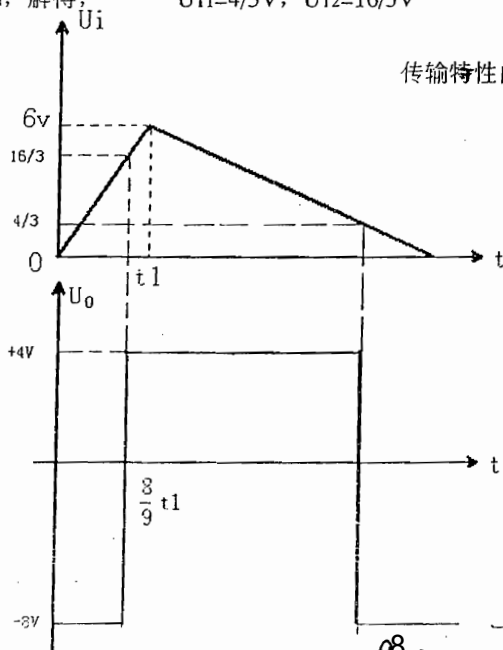
解:  $U_N = 12 \times 5 / (25 + 5) = 2V$

$U_P = U_i \times 30 / 40 + U_o \times 10 / 40$ ,  $U_{OH} = +4V$ ,  $U_{OL} = -8V$

由  $U_P = U_N$ , 解得,  $U_{T1} = 4/3V$ ,  $U_{T2} = 16/3V$

输出电压波形:

传输特性曲线





# 模电答案

第1章 第1节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1  
在N型半导体中( )。

- A. 渗有大量硼原子;
- B. 空穴数远小于自由电子数;
- C. 带有大量的正电荷;
- D. 带有大量的负电荷。

答案: B

第1章 第1节 第2题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1  
在PN结未施加外部电压时( )。

- A. 空间电荷区的宽度为零;
- B. 扩散电流等于漂移电流;
- C. P区带正电, N区带负电;
- D. 空间电荷区内空穴数等于自由电子数。

答案: B

第1章 第1节 第3题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1  
杂质半导体中的少数载流子浓度( )。

- A. 与掺杂浓度和温度无关;
- B. 只与掺杂浓度有关;
- C. 只与温度有关;
- D. 与掺杂浓度和温度都有关。

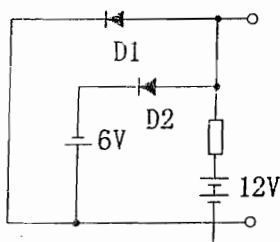
答案: D

第1章 第2节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1  
稳压二极管工作在( )状态。

- A. 正向导通;
- B. 反向截止;
- C. 反向击穿;
- D. 正向击穿。

答案: C

第1章 第2节 第2题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 1 解题时间: 1.5  
设D1、D2为理想二极管, 则D1、D2状态为( )。

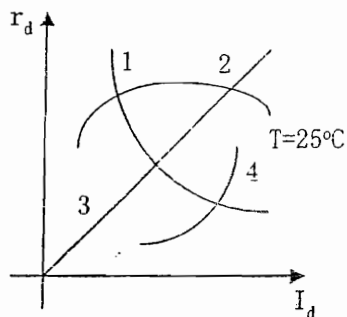


- A. D1、D2 都导通;
- B. D1、D2 都截止;
- C. D1 导通, D2 截止
- D. D1 截止, D2 导通。

答案: D

第1章 第2节 第3题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

半导体二极管正偏动态电阻  $r_d$  与正偏电流  $I_o$  之间的关系应为图( )。

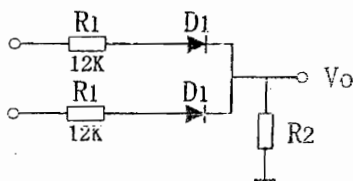


- A. 曲线 1 所示;
- B. 曲线 2 所示;
- C. 曲线 3 所示;
- D. 曲线 4 所示。

答案: A

第 1 章 第 2 节 第 4 题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

设二极管导通电压均为  $0.7V$ , 当  $V_1=10V$ ,  $V_2=5V$  时可以判断 ( )。

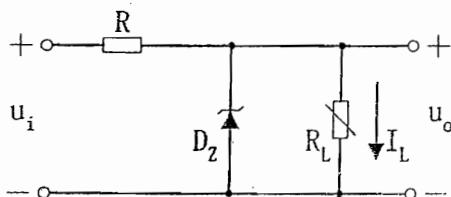


- A.  $D_1$  导通,  $D_2$  截止;
- B.  $D_1$  截止,  $D_2$  导通;
- C.  $D_1$ 、 $D_2$  均导通;
- D.  $D_1$ 、 $D_2$  均截止。

答案: A

第 1 章 第 2 节 第 5 题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

在下图中, 稳压管  $D_Z$  的稳定电压  $V_Z=6V$ , 最小稳定电流  $I_{Zmin}=5mA$ , 输入电压  $V_i=12V$ , 电阻  $R=100\Omega$ 。在稳定条件下的数值最大不应超过 ( )。



- A.  $40mA$ ;
- B.  $45mA$ ;

C. 55mA;

D. 60mA。

答案: C

第1章 第3节 第1题 难度1 分值10 解题时间8

一、填空(基本嘎年自检题)

1. 双极型三极管从结构上可以分成\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种类型, 它们工作时由\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种载流子参与导电, 它们可以被认为\_\_\_\_\_控制器件。
2. 双极型三极管用于放大时, 应使发射结处于\_\_\_\_\_偏置, 集点结处于\_\_\_\_\_偏置。
3. 双极型三极管的穿透电流  $I_{CEO}$  是集一基反向饱和电流  $I_{CBO}$  的三倍。在选管时, 一般希望  $I_{CEO}$  尽量\_\_\_\_\_。

二、一个双极型三极管的  $I_B=10\mu A$  时,  $I_C=1mA$ , 能否从这两个数据来计算它的  $\beta$  ?

第1章 第3节 第2题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

共发射极接法的晶体管, 工作在放大状态下, 对直流而言, 其( )。

- A. 输入具有近似的恒压特性, 而输出具有恒流特性;
- B. 输入和输出均具有近似的恒流特性;
- C. 输入和输出均具有近似的恒压特性;
- D. 输入具有近似的恒流特性, 而输出具有恒压特性。

答案: A

第1章 第3节 第3题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

晶体管工作在放大区时( )。

- A. b、e间为正向偏置, b、c间为反向偏置;
- B. b、e间为正向偏置, b、c间为正向偏置;
- C. b、e间为反向偏置, b、c间为正向偏置;
- D. b、e间为反向偏置, b、c间为反向偏置;

答案: A

第1章 第3节 第4题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

某放大电路在一定输入信号下, 输出波形出现截止失真, 其原因( )。

- A.  $\beta$  太大;
- B.  $\beta$  太小;
- C. 静态工作点偏高;
- D. 静态工作点偏低。

答案: D

第1章 第3节 第5题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

某放大电路在一定输入信号下, 输出波形出现截止失真, 其原因( )。

- E.  $\beta$  太大;
- F.  $\beta$  太小;
- G. 静态工作点偏高;
- H. 静态工作点偏低。

答案: D

第1章 第3节 第6题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 3 解题时间: 3

工作在放大区的某晶体管, 当  $I_b$  从  $20\mu A$  增大到  $40\mu A$  时,  $I_c$  从  $1mA$  变成  $2mA$ , 它的  $\beta$  值约为 ( )。

- A. 10;
- B. 50;
- C. 100;
- D. 150。

答案: B

第1章 第4节 第1题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

场效应管本质上是一个 ( )。

- A. 电流控制电流器件;
- B. 电流控制电压器件;
- C. 电压控制电压器件;
- D. 电压控制电流器件。

答案: D

第1章 第4节 第3题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 2 解题时间: 2

结型场效应管的导电沟道一旦被夹断后, 随着  $U_{DS}$  的增大,  $I_D$  ( )。

- A. 上升;
- B. 基本不变;
- C. 下降;
- D. 变为零。

答案: B

第1章 第4节 第4题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 1 解题时间: 1

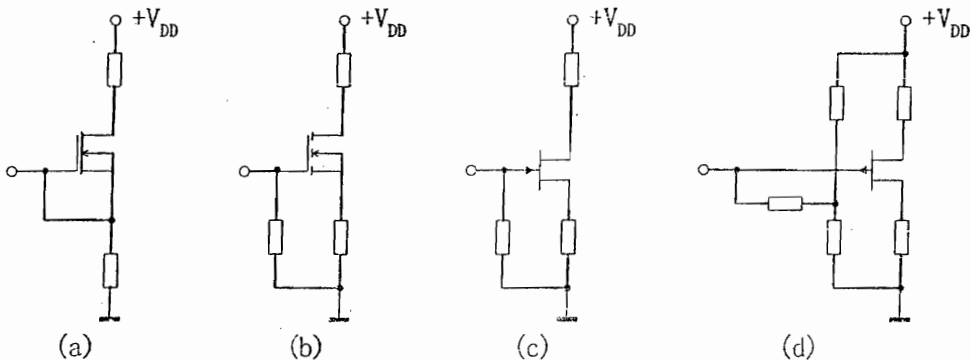
关于场效应管有如下正确结论 ( )。

- A. 放大作用是完成在预夹断之后;
- B. 它工作在饱和区时出现饱和失真;
- C. 它是由漏极电压来控制漏极电流;
- D. 放大作用是完成在预夹断之前。

答案: A

第1章 第4节 第5题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 1 解题时间: 1.5

四种场效应管放大电路不可能工作在放大区有 ( )。



答案: B

第2章 第1节 第1题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

某放大电路在负载开路时的输出电压为 4V, 接入  $12\text{K}\Omega$  的电阻后, 输出电压降为 3V, 这说明此放大电路的输出电阻为 ( )。

- A.  $10\text{K}\Omega$ ;
- B.  $2\text{K}\Omega$ ;
- C.  $4\text{K}\Omega$ ;
- D.  $3\text{K}\Omega$ 。

答案: C

第2章 第1节 第2题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1  
放大电路的静态是指 ( )。

- A. 有输入信号时状态;
- B. 输入交流信号频率不变时状态;
- C. 输入交流信号幅值不变时状态;
- D. 输入信号为零时状态。

答案: D

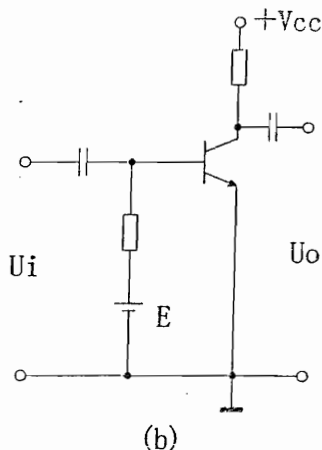
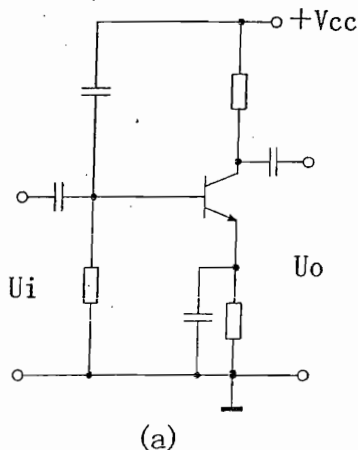
第2章 第2节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1  
某放大电路在一定输入信号下, 输出波形出现饱和失真, 其原因 ( )。

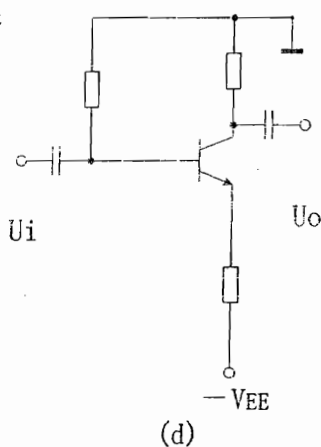
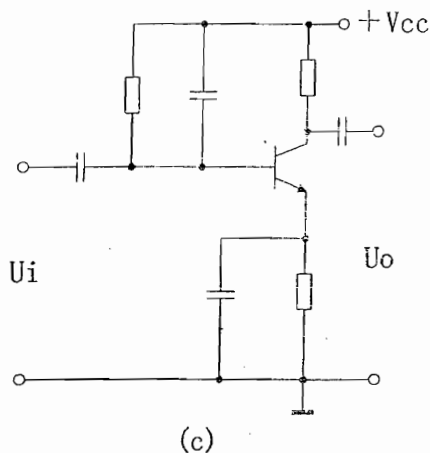
- A. 静态工作点偏高;
- B. 静态工作点偏低;
- C.  $\beta$  太大;

D.  $\beta$  太小。

答案: A

第2章 第2节 第2题 题型: 多选 难度系数: 2 分值: 3 解题时间: 3  
在图2—所示电路中, 不能正常放大电路有 ( )。





答案: A、C

第2章 第3节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1.5

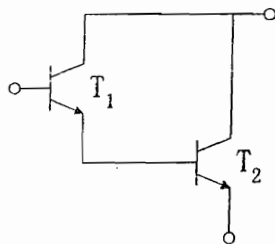
图1-所示放大电路的输入电阻  $R_i$  是 ( )。

- A.  $R_{b1} // R_{b2} // r_{be}$ ;
- B.  $R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1} + R_{e2}]$ ;
- C.  $(R_{b1} // R_{b2}) + r_{be} + R_{e1}$ ;
- D.  $R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]$ 。

答案: D

第2章 第3节 第2题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1.5

在图1-所示放大电路中, 若  $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$ 、 $r_{ce}$  可忽略不计时, 则电压放大倍数  $A_{us} = U_o / U_i$ ,  
= ( )。

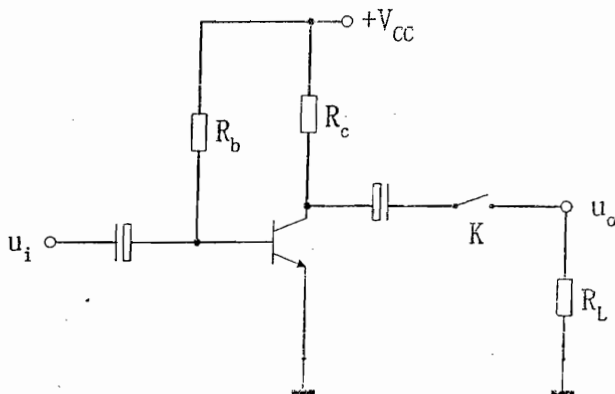


- A.  $-(\beta R_c) / [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]$ ;
- B.  $-(\beta R_c) / [r_{be} + R_s + (1 + \beta)R_{e1}]$ ;
- C.  $-\{\beta R_c [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]\} / [R_s + r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]$ ;
- D.  $(\beta R_c) / [R_s + r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]$ 。

答案: D

第2章 第3节 第3题 题型: 多选 难度系数: 2 分值: 3 解题时间: 3

图1-所示放大电路中, 设  $R_c = R_L$ , 当开关 K 打开时, 电压放大倍数为  $A_u$ , 输入电阻为  $R_i$ , 当开关 K 合上后则 ( )。



- A.  $A_u$  不变;
- B.  $R_i$  不变;
- C.  $A_u$  的幅值减小一半;
- D.  $R_i$  增大一倍;
- E.  $R_o$  增大一倍。

答案: B、C

第2章 第3节 第题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

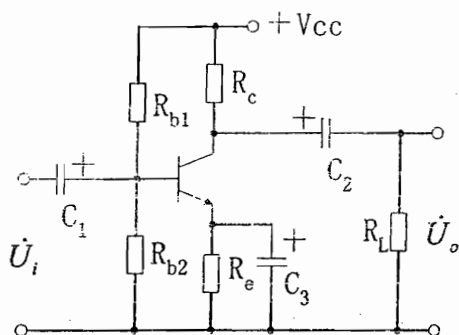
有两个放大倍数相同, 而输入电阻和输出电阻不同的放大电路 A 和 B, 当分别作用于同一个具有内阻的信号源电压进行放大, 在负载均开路的条件下测得 A 放大器的输出电压小, 这说明 A 的 ( )。

- A. 输入电阻大;
- B. 输入电阻小;
- C. 输出电阻大;
- D. 输出电阻小。

答案: B

第2章 第4节 第1题 题型: 单选 难度: 2 分值: 2 解题时间: 2

图中电路出现故障, 经测量得知  $V_E = 0$ ,  $V_C = V_{CC}$ , 故障地可能原因为 ( )。



- A.  $R_C$  开路;
- B.  $R_C$  短路;
- C.  $R_e$  短路;
- D.  $R_{b1}$  开路。

答案: D

第2章 第5节 第1题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

某射级跟随器的  $V_{CC} = 12V$ ,  $R_L = 2K\Omega$ , 静态工作点为  $I_{EQ} = 3mA$ ,  $V_{CEQ} = 6V$ 。若晶体管的临界饱和压降  $V_{CES} = 0.7V$ , 则该电路跟随输入电压的最大不失真输出振幅  $V_{om}$  为 ( )。

- A. 5.3V;
- B. 6V;
- C. 3V;
- D. 1.5V。

答案: C

第2章 第6节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

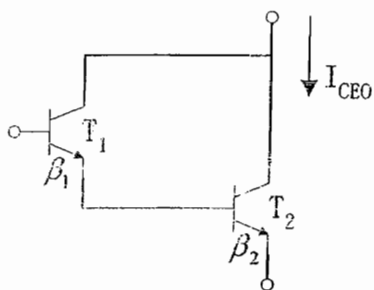
图1—所示两个NPN同型复合管的等效晶体管输入电阻  $r_i$  ( )。

- A.  $r_{be1} + r_{be2}$ ;
- B.  $\beta_1 r_{be1} + r_{be2}$ ;
- C.  $r_{be1} + (1 + \beta_1) r_{be2}$ ;
- D.  $\beta_1 r_{be1} + \beta_2 r_{be2}$ 。

第2章 第6节 第2题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

对下面复合管中, 设  $T_1$ 、 $T_2$  单管工作时的穿透电流分别为  $I_{CEO1}$  及  $I_{CEO2}$ , 则复合管的穿透电流  $I_{CEO}$  为 ( )。





- A.  $I_{CEO} = I_{CEO2}$ ;
- B.  $I_{CEO} = I_{CEO1} + I_{CEO2}$ ;
- C.  $I_{CEO} = I_{CEO1}$ ;
- D.  $I_{CEO} = I_{CEO2} + (1 + \beta) I_{CEO1}$ .

答案: D

第2章 第6节 第3题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

为了使高内阻信号源与低阻负载能很好地配合, 可以在信号源与低阻负载间接入 ( )。

- A. 共射电路;
- B. 共基电路;
- C. 共极电路;
- D. 共集-共基串联电路。

答案: C

第2章 第6节 第4题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

现有共射、共集和共源单级放大器, 为了实现有负载情况下的最佳电压放大, 其组合应为 ( )。

- A. 共集-共射-共源;
- B. 共射-共源-共集;
- C. 共源-共射-共集;
- D. 共集-共源-共射。

答案: C

第2章 第6节 第5题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

在下列放大器, 输出信号与输入相同时的放大器有 ( )。

- A. CE-CD;
- B. CD-CB;
- C. CS-CC;
- D. CD-CE-CG。

答案: B

第2章 第6节 第6题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

在下列组合电路中, 输入电阻大且输出电阻小的组合为 ( )。

- A. CC-CB;
- B. CS-CC;
- C. CB-CC;
- D. CC-CE-CD。

答案: B

第2章 第7节 第1题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 1 解题时间: 1.5  
场效应管放大电路如图1—所示, 其输出电阻为 ( )。

A.  $R_s$ ;

B.  $R_s // 1/g_m$ ;

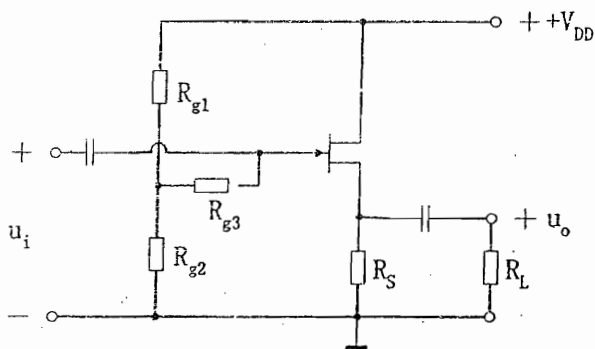
C.  $R_s // \frac{R_{g3} + (R_{g1} // R_{g2})}{1 + g_m}$ ;

D.  $R_s // [R_{g3} + (R_{g1} // R_{g2})]$ 。

答案: B

第2章 第7节 第2题 题型: 单选 难度系数: 2 分值: 1 解题时间: 1.5

在上面放大电路中, 其电压放大倍数  $A_u =$  ( )。



A.  $g_m(R_s // R_L)$ ;

B.  $-g_m(R_s // R_L)$ ;

C.  $\frac{g_m(R_s // R_L)}{1 + g_m(R_s // R_L)}$ ;

D.  $-\frac{R_s // R_L}{g_m}$ 。

答案: C

第3章 第3节 第1题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

差动放大电路两输入端的信号为  $U_{i1} = 100.5\text{mV}$ ,  $U_{i2} = 99.5\text{mV}$ , 则差模输入信号和共模输入信号分别为 ( )。

A. 差模  $1\text{mV}$ , 共模  $100\text{mV}$ ;

B. 差模  $1\text{mV}$ , 共模  $0.5\text{mV}$ ;

C. 差模  $0.5\text{mV}$ , 共模  $100\text{mV}$ ;

D. 差模 0.5mV, 共模 0.5mV。

答案: C

第3章 第3节 第2题 题型: 单选 难度系数: 1 分值: 1 解题时间: 1

差动放大电路用恒流源代替  $R_E$  是为了 ( )。

- A. 提高差模电压放大倍数;
- B. 提高共模电压放大倍数;
- C. 提高共模抑制比;
- D. 提高差模输入电阻。

答案: C

第3章 第3节 第3题 题型: 多选 难度系数: 2 分值: 3 解题时间: 3

共模抑制比越大表明电路 ( )。

- A. 放大倍数稳定;
- B.  $A_d$  大而  $A_c$  小;
- C.  $A_d$  小而  $A_c$  大;
- D. 抑制温漂能力越强;
- E. 信号中差模成分越大。

答案: B、D

第3章 第3节 第4题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

长尾差分放大电路中, 电阻  $R_E$  的主要作用是 ( )。

- A. 提高输入电阻;
- B. 提高差模电压增益;
- C. 提高共模抑制比;
- D. 提高共模电压增益。

答案: C

第3章 第3节 第5题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

差分放大器由双端输入变为单端输入, 其共模电压增益是 ( )。

- A. 增加一倍;
- B. 为双端输入时的 1/2;
- C. 不变;
- D. 不确定。

答案: C

第3章 第3节 第6题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

差分放大电路由双端输出改为单端输出, 共模抑制  $K_{CMR}$  比减小的原因是 ( )。

- A.  $|A_{ud}|$  不变,  $|A_{uc}|$  增大;
- B.  $|A_{ud}|$  减小,  $|A_{uc}|$  不变;
- C.  $|A_{ud}|$  减小,  $|A_{uc}|$  增大;

D.  $|A_{ud}|$  增大,  $|A_{uc}|$  减小。

答案: C

第3章 第3节 第7题 题型: 单选 难度: 1 分值: 3 解题时间: 3

在单端输出差分电路中, 差模电压增益  $A_{ud2} = 50$ , 共模电压增益  $A_{uc} = -0.5$ , 若输入电压  $U_{i1}$

$= 80\text{mV}$ ,  $U_{i2} = 60\text{mV}$ , 输出电压  $U_{o2} = ( )$ 。

A.  $-1.035\text{V}$ ;

B.  $-0.965\text{V}$ ;

C.  $0.965\text{V}$ ;

D.  $1.035\text{V}$ 。

答案: C

第3章 第3节 第8题 题型: 单选 难度: 1 分值: 3 解题时间: 3

差分放大电路中, 当  $U_{i1} = 300\text{mV}$ ,  $U_{i2} = 200\text{mV}$  时, 分解为共模输入信号  $U_{ic} = ( )$ , 差

模输入信号  $U_{id} = ( )$ , 差模信号  $U_{id1} = ( )$ 。

A.  $500\text{mV}$ ;

B.  $100\text{mV}$ ;

C.  $250\text{mV}$ ;

D.  $50\text{mV}$ 。

答案: C、B、D

第3章 第3节 第9题 题型: 单选 难度: 1 分值: 2 解题时间: 2

某差分放大器两个输入端的电压分别是  $30\text{mV}$  和  $50\text{mV}$ , 单端输出的电压是  $1.2\text{V}$ , 若  $K_{CMR}$

$= \infty$ , 则此时电压增益为  $( )$ 。

A. 30;

B. 40;

C. 60;

D. 120。

答案: C

第3章 第3节 第10题 题型: 单选 难度: 1 分值: 1 解题时间: 1

共模抑制比  $K_{CMR}$  越大, 说明电路  $( )$ 。

A. 放大倍数越稳定;

B. 交流放大倍数越大;

C. 抑制温漂能力越强;

D. 输入信号中的差模成分越大。

答案: C

第4章 第1节 第1题 难度 1 分值 9 解题时间 15

一、填空

1. 集成运放是一种采用\_\_\_\_\_耦合的放大电路, 所以低频性能\_\_\_\_\_, 最常见的问题是\_\_\_\_\_。

2. 理想集成运放的  $A_d = \underline{\hspace{2cm}}$ ，输入电阻  $R_{id} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，输出电阻  $R_o = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
3. 通用型集成运放的输入级大多采用            电路，输出级大多采用            电路。
4. 集成运放的两个输入端分别为            输入端和            输入端，前者的极性与输出端           ，后者的极性与输出端           。

## 二. 选择正确的答案

1. 输入失调电压  $U_{IO}$  是           。
  - a. 两个输入端电压之差，b. 输入端电压都为零时的输出电压，c. 输出端电压为零时的输入端的等效补偿电压。
2. 输入失调电流  $I_{IO}$  是           。
  - a. 两个输入端信号电流之差，b. 输入电流为零时的输出电流，c. 两个输入端静态电流之差。
3.  $U_{IO}$  愈大，表明运放           。
  - a. 增益愈大，b. 差动输入极  $U_{BE}$  的失配愈严重，c. 差动输入极  $\beta$  的不对称程度愈严重。

## 三. 判断下列说法是否正确，用 $\checkmark$ 或 $\times$ 表示

1. 只要是年个运放，不论工作是在线性还是非线性状态，两个输入端之间的电压都是零。( )
2. 只要是理想运放，不论工作在线性还是非线性状态，两个输入端都不从信号源取电路。( )
3. 实际运放在开环时，数促端很难跳到零电位，只在闭环时才可行。( )

第4章 第2节 第1题 题型：单选 难度：1 分值：2 解题时间：3

电流源电路的特点是输出电流 ( )，直流等效电阻 ( )，交流等效电阻 ( )。

- A. 大；
- B. 小；
- C. 恒定；
- D. 不定。

答案：C、B、A

5-1-1

第5章 第1节 第1题 题型：单选 难度系数：1 分值：1 解题时间：1

已知某放大器由三级组成，每级电压放大倍数为 20dB，则此三级放大器相当于把信号放大了 ( ) 倍。

- A. 60；
- B. 100；
- C. 1000；
- D. 3000；

答案：C

第5章 第1节 第2题 题型：单选 难度系数：1 分值：1 解题时间：1

幅频相应和相频响应两者综合起来可全面表征放大器的 ( )。

- A. 放大倍数；
- B. 输入和输出阻抗；
- C. 信噪比；
- D. 频率响应。

答案：D

第5章 第5节 第1题 题型：单选 难度系数：2 分值：1 解题时间：1

两个具有相同参数的单管放大电路的截止频率为  $f_H$  和  $f_L$ ，则由此二个放大电路组成的两级

放大电路在  $f_H$  和  $f_L$  处增益幅值比中频时下降（ ）。

- A. 20dB;
- B. 9dB;
- C. 6dB;
- D. 3dB。

答案：C

第5章 第5节 第2题 题型：单选 难度系数：1 分值：1 解题时间：1

图1—所示多级放大器与组成它的单级放大器相比应是（ ）。



- A. 频带变宽;
- B. 频带变窄;
- C. 频带不变;
- D. 输入电阻变大。

答案：B

# 《模拟电子技术基础(1)》期末试题

## (A 卷) 参考答案及评分标准

### 一、填空(每空 1 分, 共 20 分)

1. 双极型晶体管工作在放大区的偏置条件是发射结 正偏、集电结 反偏。
2. 放大器级间耦合方式有三种: 直接 耦合; 阻容 耦合; 变压器 耦合; 在集成电路中通常采用 直接 耦合。
3. 差分放大器的基本特点是放大 差模信号、抑制 共模信号。
4. 乙类推挽放大器的主要失真 交越失真, 要消除此失真, 应改用 甲乙 类推挽放大器。
5. 图 1 所示两级放大电路, 图中级间采用 阻容 耦合方式,  $T_1$  接成 共基 组态,  $T_2$  接成 共集 组态,  $R_1$  和  $R_2$  的作用是 为  $T_1$  管提供基极偏置。

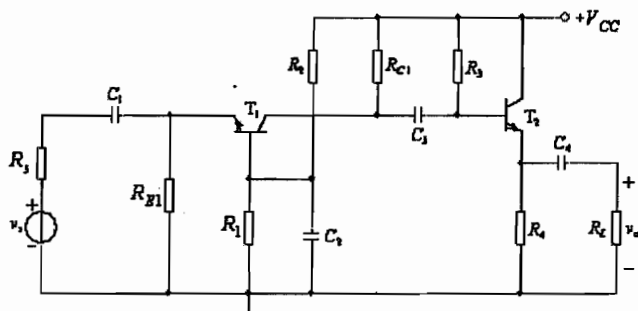


图 1

6. 在阻容耦合放大器中, 若要降低下限频率, 应将耦合电容的值 增大。
7. 共射-共基组合电路中, 由于共射电路的上限频率 小于 共基电路的上限频率, 故此组合电路的上限频率主要取决于 共射 电路。
8. 负反馈系统产生自激的条件是  $T(j\omega) = -1$ , 相应的振幅条件是  $|T(j\omega)| = 1$ , 相位条件是  $\varphi_T(\omega) = \pm\pi$ 。

### 二、简答(共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 分)

1. 测得工作在放大电路中两个晶体管的三个电极电流如图 2 所示

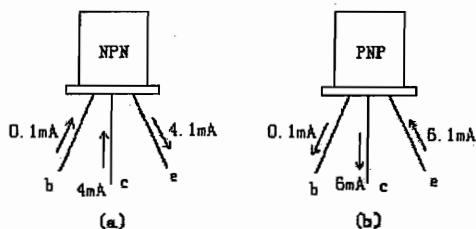


图 2

(1) 判断它们各是 NPN 管还是 PNP 管，在图中标出 e, b, c 极；

答：见图中标识（判断 NPN 管还是 PNP 管各 1 分，标出 e, b, c 极 1 分，

共 3 分）

(2) 估算 (b) 图晶体管的  $\beta$  和  $\alpha$  值。

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{6}{0.1} = 60, \quad \alpha = \frac{\beta}{1 + \beta} \approx 0.985 \quad (\text{各 1 分，共 2 分})$$

2. 电路如图 3 所示，试回答下列问题

(1) 要使电路具有稳定的输出电压和高的输入电阻，应接入何种负反馈？ $R_f$  应

如何接入？（在图中连接）

答：应接入电压串联负反馈（1 分）

$R_f$  接法如图（1 分）



- (2) 根据前一问的反馈组态确定运放输入端的极性（在图中“□”处标出），并根据已给定的电路输入端极性在图中各“○”处标注极性。

答：见图中标识（3分）（共6空，两个1分）

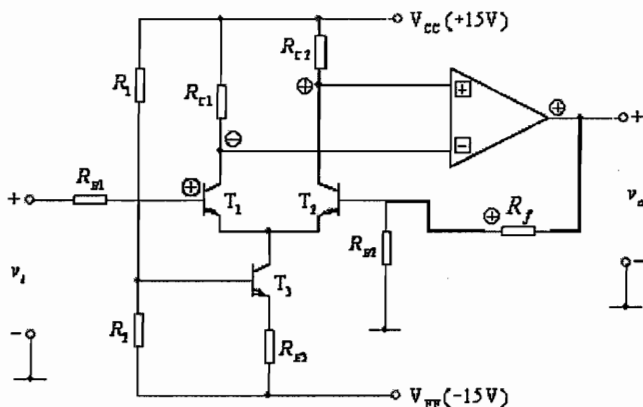


图 3

3. 简述直流电源的主要组成部分及各部分功能。

答：直流电源主要由整流电路、滤波滤波、稳压电路组成，其中整流电路的作用是将交流电压转换为直流电压，滤波电路的作用是减小电压的脉动，稳压电路的作用是使输出直流电压基本不受电网电压波动和负载电阻变化的影响，从而获得足够高的稳定性。（组成部分3分，功能2分）

### 三、分析计算题（共5小题，共65分）

1. 二极管电路如图4（a）所示，设二极管为理想的。（10分）

- （1）试求电路的传输特性（ $v_o \sim v_i$ 特性），画出  $v_o \sim v_i$  波形；（7分）
- （2）假定输入电压如图4（b）所示，试画出相应的  $v_o$  波形。（3分）

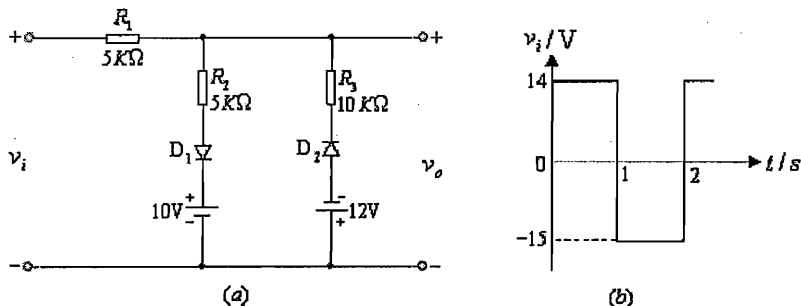


图 4

解: (1) 当  $-12V < v_i < 10V$  时,  $D_1$ 、 $D_2$  均截止,  $v_o = v_i$  (2分)

当  $v_i \geq 10V$  时,  $D_1$  导通、 $D_2$  截止 (2分)

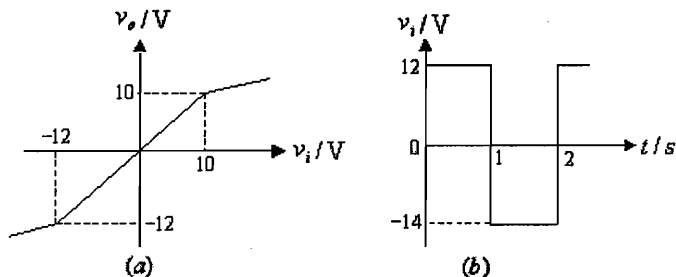
$$v_o = 10 + (v_i - 10) \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 + (v_i - 10) \times \frac{5}{5 + 5} = \frac{1}{2}v_i + 5$$

当  $v_i \leq -12V$  时,  $D_1$  截止、 $D_2$  导通 (2分)

$$v_o = (v_i + 12) \times \frac{R_3}{R_1 + R_3} - 12 = (v_i + 12) \times \frac{10}{10 + 5} - 12 = \frac{2}{3}v_i - 4$$

$v_o \sim v_i$  波形如图 (a) 所示 (1分)

(2)  $v_o$  波形如图 (b) 所示 (3分)



2. 基本放大器如图 5 所示, 已知晶体管的  $\beta = 100$ ,  $V_{BE(on)} = 0.7V$ ,  $r_{bb'} = 300\Omega$ ,

$r_{ce}$  可忽略,  $R_E = 2.3K\Omega$ ,  $I_1 \approx I_2 = 10I_{BQ}$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  和  $C_e$  均可视为中频交流短路

路 (15分)

(1) 欲使  $I_{CQ} = 1mA$ ,  $V_{CEQ} = 6V$ , 试确定  $R_{B1}$ ,  $R_{B2}$  和  $R_C$  的值; (6分)

(2) 设  $R_L = 4.3K\Omega$ , 计算该放大器的中频增益  $A_v = \frac{v_o}{v_i} = ?$ ; (4分)

(3) 试求电容  $C_1$  确定的下限截止频率  $f_{L1}$  (设  $C_1 = 10\mu F$ )。 (5分)

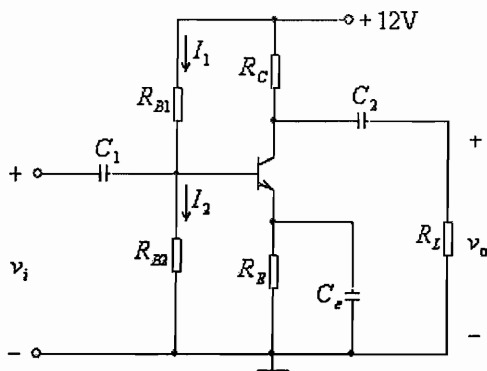


图 5

解: (1) 由  $(R_C + R_E) \times I_{CQ} + V_{CEQ} = 12$  求得  $R_C = 3.7K\Omega$  (2分)

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 0.01mA \quad \text{故 } I_1 \approx I_2 = 10I_{BQ} = 0.1mA$$

$$\text{由 } I_2 R_{B2} = 0.7 + R_E I_{EQ} \quad \text{求得 } R_{B2} = 30K\Omega \quad (2分)$$

$$\text{由 } I_1 (R_{B1} + R_{B2}) = 12 \quad \text{求得 } R_{B1} = 90K\Omega \quad (2分)$$

$$(2) \quad r_{b'e} = (1 + \beta) \frac{V_T}{I_{EQ}} \approx 2.63K\Omega \quad (1分), \quad A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{b'e} + r_{bb'}} \approx -67.9 \quad (3分)$$

$$(3) \quad f_{L1} = \frac{1}{2\pi[R_B // (r_{bb'} + r_{b'e})]C_1} \approx 6Hz, \quad \text{其中 } R_B = R_{B1} // R_{B2} = 22.5K\Omega \quad (5分)$$

3. 理想运放组成的电路如图 6 所示, 已知输入电压  $v_{i1} = 0.6V$ ,  $v_{i2} = 0.4V$ ,

$$v_{i3} = -1V \quad (13分)$$

(1) 试求  $v_{o1}$ 、 $v_{o2}$  和  $v_{o3}$  的值; (9分)

(2) 设电容的初始电压值为零, 求使  $v_o = -6V$  所需的时间  $t = ?$  (4分)

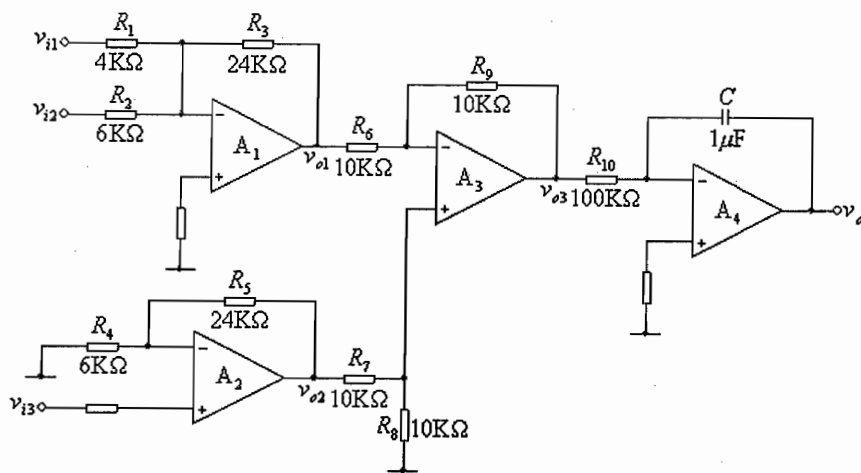


图 6

解: (1)  $A_1$  构成反相求和电路,  $v_{o1} = -R_3 \left( \frac{v_{i1}}{R_1} + \frac{v_{i2}}{R_2} \right) = -5.2V$  (3分)

$A_2$  构成同相比例运算电路,  $v_{o2} = \left( 1 + \frac{R_5}{R_4} \right) v_{i3} = -5V$  (3分)

$A_3$  构成差分比例运算电路,  $v_{o3} = (v_{o2} - v_{o1}) = 0.2V$  (3分)

(2)  $A_4$  构成积分电路,  $v_o = -\frac{1}{R_{10}C} \int v_{o3} dt$  (2分)

由题意得  $-\frac{1}{10^{-1}} \int 0.2 dt = -6$  解得  $t = 3s$  (2分)

4. 两级放大电路如图 7 所示, 已知  $V_{CC} = 12V$ , 晶体管的  $\beta_1 = \beta_2 = 50$ ,

$r_{be1} = r_{be2} = 900\Omega$  (15分)

(1) 画出放大电路的交流通路; (3分)

(2) 求电路的输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ ; (6分)

(3) 计算电压放大倍数  $A_v = \frac{v_o}{v_i} = ?$ 、 $A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = ?$  (6分)

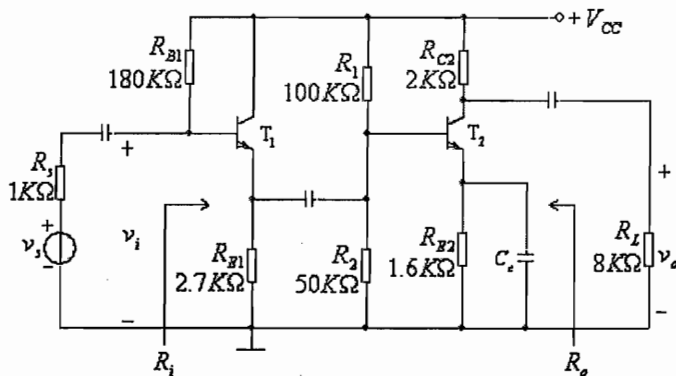
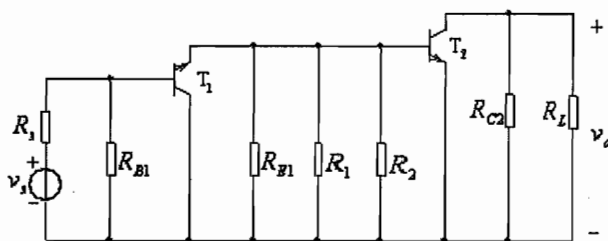


图 7

解：（1）交流通路如下图 1（3分）



（2）输入电阻的计算：

$$R_i = R_{B1} // [r_{be1} + (1 + \beta_1)(R_{E1} // R_{i2})]$$

$$\text{其中 } R_{i2} = R_1 // R_2 // r_{be2}$$

$$\text{代入数值计算得 } R_{i2} = 100 // 50 // 0.9 \approx 0.9 \text{ K}\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

$$R_i = 180 // [0.9 + (1 + 50)(2.7 // 0.9)] \approx 29.6 \text{ K}\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{输出电阻的计算： } R_o = R_{C2} = 2 \text{ K}\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) A_v = A_{v1} \cdot A_{v2}$$

$$A_{v1} = \frac{(1 + \beta_1)R_{E1} // R_{i2}}{r_{be1} + (1 + \beta_1)R_{E1} // R_{i2}}, \quad A_{v2} = -\frac{\beta_2(R_{C2} // R_L)}{r_{be2}}$$

$$\text{代入数值计算得 } A_{v1} = \frac{(1 + 50) \times (2.7 // 0.9)}{0.9 + (1 + 50) \times (2.7 // 0.9)} = 0.97 \quad (2 \text{ 分})$$

$$A_{v2} = -\frac{50 \times (2 // 8)}{0.9} = -88.9 \quad (2 \text{ 分})$$

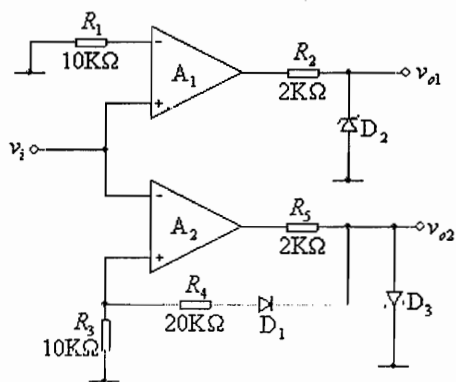
$$A_v = 0.97 \times (-88.9) = -86.2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$A_{vs} = \frac{R_i}{R_i + R_s} A_v = \frac{29.6}{29.6 + 1} \times (-86.2) = -83.4 \quad (1 \text{ 分})$$

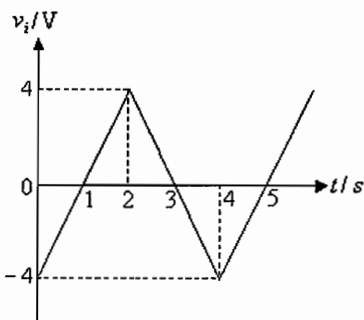
5. 在图 8 (a) 所示电路中, 运放和二极管  $D_1$  均为理想的, 稳压二极管  $D_2$  和  $D_3$  的性能相同,  $V_Z = 6V$ ,  $V_{D(on)} = 0.7V$  (12 分)

(1) 试求  $A_1$  和  $A_2$  电路的电压传输特性, 画出  $v_{o1} \sim v_i$  和  $v_{o2} \sim v_i$  波形; (7 分)

(2) 若  $v_i$  为图 8 (b) 所示的信号, 试分别画出  $v_{o1}$  和  $v_{o2}$  的波形; (5 分)



(a)



(b)

图 8

解：(1)  $A_1$  电路为同相过零比较器，

当  $v_i < 0$  时， $v_{o1} = V_{oL} = -V_{D(on)} = -0.7V$ ；

当  $v_i > 0$  时， $v_{o1} = V_{oH} = V_Z = 6V$  (2分)

$A_2$  电路为反相滞回比较器，

当  $v_{o2} = V_{oH} = V_{D(on)} = 0.7V$  时， $D_1$  截止，电路等效为反相过零比较器，

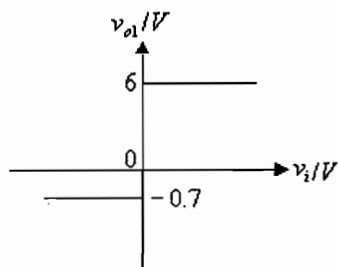
即  $v_i \geq V_{th1} = 0$  时， $v_{o2}$  变为低电平；

当  $v_{o2} = V_{oL} = -V_Z = -6V$  时， $D_1$  导通，电路等效为反相滞回比较器，

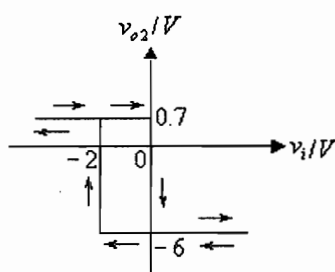
此时， $V_+ = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_{oL} = -\frac{1}{3} \times 6 = -2V$ ，即  $v_i \leq V_{th2} = -2V$  时， $v_{o2}$  变为高

电平， $V_{oH} = 0.7V$ 。 (3分)

$v_{o1} \sim v_i$  和  $v_{o2} \sim v_i$  波形如下图所示

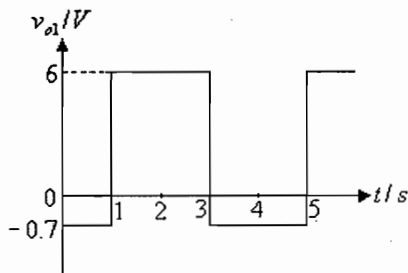


(1分)

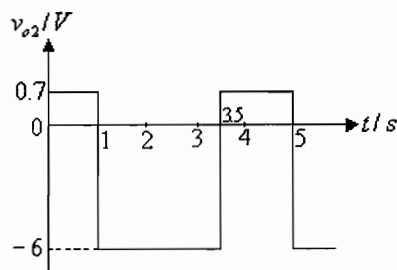


(1分)

(2)  $v_{o1}$  和  $v_{o2}$  的波形如下图所示



(2分)



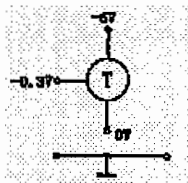
(3分)

# 模拟电路试题

## 一、单项选择题

1. 图示晶体管 T 处于放大工作状态, 从各个电极的电位值, 可判定它是 ( )

- A. NPN 硅管
- B. PNP 硅管
- C. NPN 锗管
- D. PNP 锗管



2. 某一差动放大电路的输入信号  $u_{i1}=10\text{mV}$ ,  $u_{i2}=-5\text{mV}$ , 则该差放电路的共模信号  $u_c$  和差模信号  $u_d$  分别为 ( )

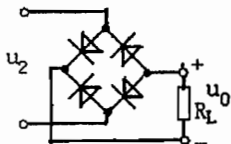
- A.  $2.5\text{mV}$ ,  $15\text{mV}$
- B.  $5\text{mV}$ ,  $15\text{mV}$
- C.  $-7.5\text{mV}$ ,  $-2.5\text{mV}$
- D.  $-15\text{mV}$ ,  $5\text{mV}$

3. 负反馈放大电路中引入电压串联负反馈措施后, 放大电路的输入及输出电阻值( $r_i$  及  $r_o$ )的变化情况是 ( )

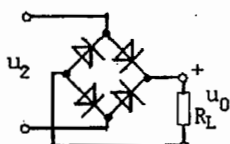
- A.  $r_i$ 、 $r_o$  均增大
- B.  $r_i$ 、 $r_o$  均降低
- C.  $r_i$  增大、 $r_o$  降低
- D.  $r_i$  降低、 $r_o$  增大

4. 对于桥式全波整流电路, 正确的接法是 ( )

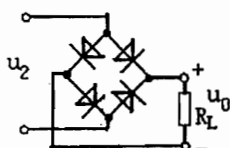
A.



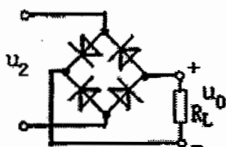
B.



C.



D.



5. PN 结加正向电压时, 空间电荷区将\_\_\_\_\_。

- A. 变窄
- B. 基本不变
- C. 变宽

6. 稳压管的稳压区是其工作在\_\_\_\_\_。

- A. 反向截止
- B. 反向击穿
- C. 正向导通

7. 当晶体管工作在放大区时, 发射结电压和集电结电压应为\_\_\_\_\_。



- A. 前者反偏、后者也反偏  
B. 前者正偏、后者也正偏  
C. 前者正偏、后者反偏
8. 选用差分放大电路的原因是\_\_\_\_\_。
- A. 克服温漂      B. 稳定放大倍数      C. 提高输入电阻
9. 用恒流源取代长尾式差分放大电路中的发射极电阻  $R_e$ ，将使电路的\_\_\_\_\_。
- A. 增强差模放大倍数数值增大  
B. 抑制共模信号能力增强  
C. 差模输入电阻增大
10. 为增大电压放大倍数，集成运放的中间级多采用\_\_\_\_\_。
- A. 共基放大电路      B. 共集放大电路      C. 共射放大电路
11. 当信号频率等于放大电路的  $f_L$  或  $f_H$  时，放大倍数的值约下降到中频时的\_\_\_\_\_。
- A. 0.7 倍      B. 0.9 倍      C. 0.5 倍
12. 功率放大电路的最大输出功率是在输入电压为正弦波时，输出基本不失真情况下，负载上可能获得的最大\_\_\_\_\_。
- A. 直流功率      B. 交流功率      C. 平均功率
13. 功率放大电路的转换效率是指\_\_\_\_\_。
- A. 输出功率与晶体管所消耗的功率之比  
B. 晶体管所消耗的功率与电源提供的平均功率之比  
C. 最大输出功率与电源提供的平均功率之比

## 二、填空题

1. 晶体三极管在工作时，发射结和集电结均处正向偏置，该晶体管工作在\_\_\_\_\_状态。
2. 晶体管射极输出器按反馈属性来分析，它是一个\_\_\_\_\_负反馈放大器。
3. 乙类互补对称功放电路中，在理想条件下转换效率最高值可达\_\_\_\_\_。
4. 直流稳压电路按电路结构可分为\_\_\_\_\_型和\_\_\_\_\_型直流稳压电路。

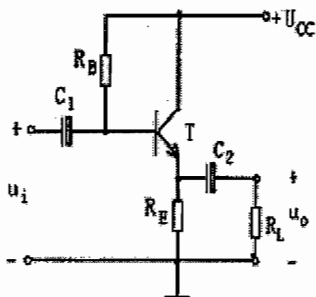
5. 半导体中有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种载流子，在本征半导体中掺入\_\_\_\_\_价元素，可形成 P 型半导体。
6. 二极管的单向导电性为：外加正向电压时\_\_\_\_\_，外加反向电压时\_\_\_\_\_。
7. 稳压管具有稳定\_\_\_\_\_的作用，工作于\_\_\_\_\_状态。
8. 三极管的发射结和集电结都正向偏置或反向偏置时，三极管的工作状态分别是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
9. 场效应管输出特性曲线的三个区域是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
10. 在阻容、直接和变压器三种耦合方式中，\_\_\_\_\_耦合结构简单，调试方便，\_\_\_\_\_耦合适于集成。
11. 在反馈放大电路中，若希望减小放大电路从信号源索取的电流，可采用\_\_\_\_\_反馈；若希望负载变化时输出电流稳定，可采用\_\_\_\_\_反馈；若希望提高输出电压的稳定性，可采用\_\_\_\_\_反馈；若希望提高电路的带负载能力且提高输入电阻可采用\_\_\_\_\_反馈。
12. 振荡电路一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_四部分组成。
13. 理想运放的开环差模电压放大倍数为  $A_{od} = \_\_\_\_\_\_$ ，差模输入电阻  $R_{id} = \_\_\_\_\_\_$ ，输出电阻  $R_o = \_\_\_\_\_\_$ ，共模抑制比  $K_{CMR} = \_\_\_\_\_\_$ 。

### 三、计算化简题

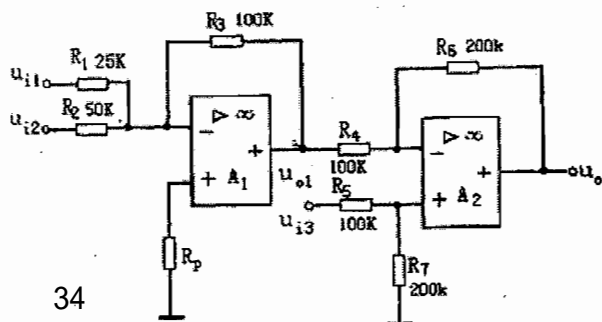
1. 题图所示晶体管放大电路，设晶体管参数为  $\beta$ 、 $r_{be}$ ， $U_{BE} \approx 0$ ，要求列出下列各值的计算式。

(1) 静态工作点  $I_B$ ， $I_C$ ， $U_{CE}$ ；

(2) 电压放大倍数  $A_u$ 。



2. 在题图所示运放电路中，设各运放为理

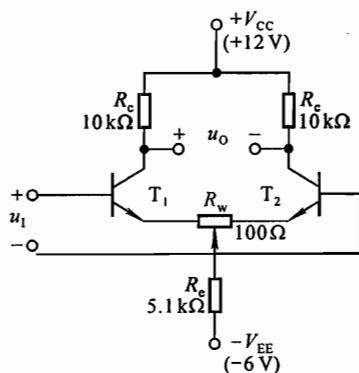


想运放，试求：

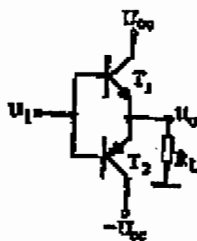
(1)  $u_{o1}$  与  $u_{i1}$ 、 $u_{i2}$  之间的关系式；

(2)  $u_o$  与  $u_{i1}$ 、 $u_{i2}$ 、 $u_{i3}$  之间的关系式。

3、如 图所示电路参数理想对称，晶体管的  $\beta$  均为 50， $r_{be}=100\Omega$ ， $U_{BEQ}\approx 0.7V$ 。试计算  $R_w$  滑动端在中点时  $T_1$  管和  $T_2$  管的发射极静态电流  $I_{EQ}$ ，以及动态参数  $A_d$  和  $R_i$ 。



4. 在题图所示 OCL 互补对称功放电路中，电源电压  $U_{CC}=24V$ ，负载电阻  $R_L=8\Omega$ ， $U_{CES}\approx 0V$ ，求功放管的最大管耗  $P_{CM}$  (每管) 和集-射极最大反向电压  $U_{BR(CEO)}$ 。



5、直流稳压电源如图所示。

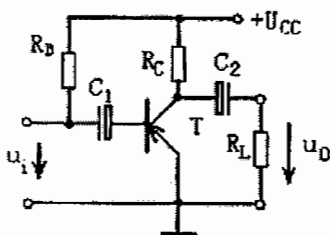
(1) 说明电路的整流电路、滤波电路、调整管、基准电压电路、比较放大电路、采样电路等部分各由哪些元件组成。

(2) 标出集成运放的同相输入端和反相输入端。

(3) 写出输出电压的变化范围。

#### 四、分析设计题

1. 简述题图所示晶体管电路不能实现正常放大作用的理由。

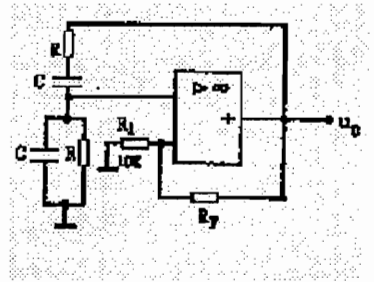


2. 桥式 RC 正弦波振荡电路如图所示。

(1) 要使该电路满足相位平衡条件，在图上标出运放同相输入端“+”和反相输入端“-”。

(2) 要使该电路满足幅值平衡条件，电阻  $R_f$  应取值为多少？

(3) 设  $R=10K$ ， $C \approx 0.1 \mu F$ ，则振荡频率  $f=?$



# 模电

## 填空题

1. 在常温下, 硅二极管的门槛电压约为 0.5V, 导通后在较大电流下的正向压降约为 0.7V; 锗二极管的门槛电压约为 0.1 V, 导通后在较大电流下的正向压降约为 0.2 V。
2. 二极管的正向电阻 小; 反向电阻 大。
3. 二极管的最主要特性是 单向导电性。PN 结外加正向电压时, 扩散电流 大于 漂移电流, 耗尽层 变窄。
4. 二极管最主要的电特性是 单向导电性, 稳压二极管在使用时, 稳压二极管与负载并联, 稳压二极管与输入电源之间必须加入一个 电阻。
5. 电子技术分为模拟电子技术和数字电子技术两大部分, 其中研究在平滑、连续变化的电压或电流信号下工作的电子电路及其技术, 称为 模拟 电子技术。
6. PN 结反向偏置时, PN 结的内电场 增强。PN 具有 具有单向导电 特性。
7. 硅二极管导通后, 其管压降是恒定的, 且不随电流而改变, 典型值为 0.7 伏; 其门坎电压  $V_{th}$  约为 0.5 伏。
8. 二极管正向偏置时, 其正向导通电流由 多数 载流子的 扩散 运动形成。
9. P 型半导体的多子为 空穴、N 型半导体的多子为 自由电子、本征半导体的载流子为 电子—空穴对。
10. 因掺入杂质性质不同, 杂质半导体可为 空穴 (P) 半导体和 电子 (N) 半导体两大类。
11. 二极管的最主要特性是 单向导电性, 它的两个主要参数是反映正向特性的 最大整流电流 和反映反向特性的 反向击穿电压。
12. 在常温下, 硅二极管的开启电压约为 0.5 V, 导通后在较大电流下的正向压降约为 0.7 V。
13. 频率响应是指在输入正弦信号的情况下, 输出随频率连续变化的稳态响应。
15. N 型半导体中的多数载流子是 电子, 少数载流子是 空穴。
16. 按一个周期内一只三极管的导通角区分, 功率放大电路可分为 甲类、乙类、甲乙类 三种基本类型。
17. 在阻容耦合多级放大电路中, 影响低频信号放大的是 耦合和旁路 电容, 影响高频信号放大的是 结 电容。
18. 在 NPN 三极管组成的基本共射放大电路中, 如果电路的其它参数不变, 三极管的  $\beta$  增加, 则  $I_{BQ}$  增大,  $I_{CQ}$  增大,  $U_{CEQ}$  减小。
19. 三极管的三个工作区域是 截止, 饱和, 放大。集成运算放大器是一种采用 直接 耦合方式的放大电路。
20. 某放大电路中的三极管, 在工作状态中测得它的管脚电压  $V_b = 1.2V$ ,  $V_e = 0.5V$ ,  $V_c = 3.6V$ , 试问该三极管是 硅管 管 (材料), NPN 型的三极管, 该管的集电极是 a、b、c 中的 C。
21. 已知某两级放大电路中第一、第二级的对数增益分别为 60dB 和 20dB, 则该放大电路总的对数增益为 80 dB, 总的电压放大倍数为 10000。
22. 三极管实现放大作用的外部条件是: 发射结正偏、集电结反偏。某放大电路中的三极管, 测得管脚电压  $V_b = -1V$ ,  $V_e = -3.2V$ ,  $V_c = -3.9V$ , 这是 硅 管 (硅、锗), NPN 型, 集电极管脚是 a。
23. 三种不同耦合方式的放大电路分别为: 阻容 (RC) 耦合、直接耦合 和 变压器耦合, 其中 直接耦合 能够放大缓慢变化的信号。
24. 在多级放大电路中, 后级的输入电阻是前级的 负载, 而前级的输出电阻可视为后级的 信号源的内阻。多级放大电路总的通频带比其中每一级的通频带 要窄。
25. 某放大电路在负载开路时的输出电压为 4V, 接入  $12k\Omega$  的负载电阻后, 输出电压降为 3V, 这说明放大电路的输出电阻为 4 k $\Omega$ 。
26. 为了保证三极管工作在放大区, 要求:  
①发射结 正向 偏置, 集电结 反向 偏置。②对于 NPN 型三极管, 应使  $V_{bc} < 0$ 。
27. 放大器级间耦合方式主要有阻容 (RC) 耦合、直接耦合和 变压器 耦合三大类。
28. 在三极管组成的三种不同组态的放大电路中, 共射和共基组态有电压放大作用, 共射 组态 有电流放大作用, 共射和共集 组态有倒相作用; 共集 组态带负载能力强, 共集 组态向信号源索取的电流小, 共基 组态的频率响应好。
29. 三极管放大电路的三种基本组态是 共集、共基、共射。
30. 多级放大器各级之间的耦合连接方式一般情况下有 直接耦合, 阻容耦合, 变压器耦合。
31. 在单级共射放大电路中, 如果输入为正弦波形, 用示波器观察  $V_o$  和  $V_i$  的波形, 则  $V_o$  和  $V_i$  的相位差为 180°; 当为共集电极电路时, 则  $V_o$  和  $V_i$  的相位差为 0。
32. 放大器有两种不同性质的失真, 分别是 饱和 失真和 截止 失真。
33. 晶体管工作在饱和区时, 发射结 a, 集电结 a; 工作在放大区时, 集电结 b, 发射结 a。  
(填写 a 正偏, b 反偏, c 零偏)
34. 在共射、共集和共基三种放大电路组态中, 希望电压放大倍数大、输出电压与输入电压反相, 可选用 共射 组态; 希望输入电阻大、输出电压与输入电压同相, 可选用 共集 组态。

- 35、场效应管同双极型三极管相比,其输入电阻 大,热稳定性 好。
- 36、影响放大电路通频带下限频率  $f_L$  的是 耦合电容和极间电容。
- 37、三极管工作在放大区时,它的发射结保持 正向 偏置,集电结保持 反向 偏置。
- 38、场效应管有 共源、共栅、共漏 三种组态。
- 39、在多级放大电路中总的通频带比其中每一级的通频带 窄。
- 40、场效应管从结构上分成 结型FET 和 MOSFET 两大类型,它属于 电压 控制型器件。
- 41、场效应管属于 电压控制电流 型器件,而双极型半导体三极管则可以认为是 电流控制电流 型器件。
- 42、场效应管是 电压控制电流器件 器件,只依靠 多数载流子 导电。
- 43、根据场效应管的输出特性,其工作情况可以分为 可变电阻区、恒流区、击穿区 和截止区四个区域。
- 44、当栅源电压等于零时,增强型 FET 无 导电沟道,结型 FET 的沟道电阻 最小。
- 45、FET 是 电压控制 器件,BJT 是 电流控制 器件。
- 46、在甲类、乙类和甲乙类功率放大电路中,效率最低的电路为 甲类。
- 47、一个输出功率为 10W 的扩音机电路,若用乙类推挽功放,则应选额定功耗至少应为 2W 的功率管 2 只。
- 48、在甲类、乙类和甲乙类功率放大电路中,效率最低的电路为 甲类,为了消除交越失真常采用 甲乙类 电路。
- 49、乙类推挽的主要优点是 效率高,但出现交越失真,克服交越失真的方法是 采用甲乙类。
- 50、乙类互补对称功率放大电路产生特有的失真现象叫 交越 失真。
- 51、双电源互补对称功率放大电路 (OCL) 中  $V_{CC}=8V$ ,  $R_L=8\Omega$ ,电路的最大输出功率为 4W,此时应选用最大功耗大于 0.8W 功率管。
- 52、差动放大电路中的长尾电阻  $R_e$  或恒流管的作用是引入一个 共模负 反馈。
- 53、已知某差动放大电路  $A_d=100$ 、 $K_{CM}=60dB$ ,则其  $A_c=$  0.1。集成电路运算放大器一般由 差分输入级、中间级、输出级、偏置电路 四部分组成。
- 54、差分式放大电路能放大直流和交流信号,它对 差模信号 具有放大能力,它对 共模信号 具有抑制能力。
- 55、差动放大电路能够抑制 零漂 和 共模输入信号。
- 56、电路如图 1 所示,  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  的特性完全相同,则  $I_2 \approx$  0.4 mA,  $I_3 \approx 0.2$  mA,则  $R_3 \approx$  10 k $\Omega$ 。

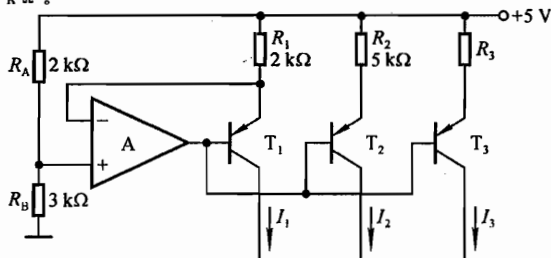


图 1

- 57、集成运放通常由 输入级、中间级、输出级、偏置级 四个部分组成。
- 58、正反馈是指 反馈信号增强净输入信号;负反馈是指 反馈信号减弱净输入信号。
- 59、电流并联负反馈能稳定电路的 输出电流,同时使输入电阻 减小。
- 60、负反馈对放大电路性能的改善体现在:提高 增益的稳定性、减小 非线性失真、抑制 反馈环内噪声、扩展 频带、改变输入电阻和输出电阻。
- 61、为了分别达到下列要求,应引入何种类型的反馈:
- ①降低电路对信号源索取的电流: 串联负反馈。
- ②当环境温度变化或换用不同  $\beta$  值的三极管时,要求放大电路的静态工作点保持稳定: 直流负反馈。
- ③稳定输出电流: 电流负反馈。
- 62、电压串联负反馈能稳定电路的 输出电压,同时使输入电阻 大。
- 63、某负反馈放大电路的开环放大倍数  $A=100000$ ,反馈系数  $F=0.01$ ,则闭环放大倍数  $\dot{A}_f \approx$  100。
- 64、负反馈放大电路产生自激振荡的条件是  $|\dot{A}\dot{F}| = 0$ 。
- 65、负反馈放大电路的四种基本类型是 电压串联、电压并联、电流串联、电流并联。
- 66、为稳定电路的输出信号,电路应采用 负 反馈。为了产生一个正弦波信号,电路应采用 正 反馈。

反馈。

67、理想集成运算放大器的理想化条件是  $A_{od} = \infty$ 、 $R_{id} = \infty$ 、 $K_{os} = \infty$ 、 $R_o = 0$

68、理想运算放大器的理想化条件中有  $A_{od} = \infty$ 、 $K_{os} = \infty$ 。

69、电流源电路的特点是，直流等效电阻 小，交流等效电阻 大。

70、电流源的特点是输出电流 恒定，直流等效电阻 小，交流等效电阻 大。

71、工作在线性区的理想集成运放有两条重要结论是 虚断 和 虚短。

72、理想运算放大器， $A_{od} = \infty$ 、 $R_{id} = \infty$ 、 $R_o = 0$ 。

73、在构成电压比较器时集成运放工作在开环或 正反馈 状态。

74、如果有用信号频率高于 1000Hz，可选用 高通 滤波器；如果希望 500 Hz 以下的有用信号，可选用 低通 滤波器。

75、选取频率高于 1000Hz 的信号时，可选用 高通 滤波器；抑制 50 Hz 的交流干扰时，可选用 带阻 滤波器；如果希望抑制 500 Hz 以下的信号，可选用 高通 滤波器。

76、有用信号频率高于 1000Hz，可选用 高通 滤波器；希望抑制 50 Hz 的交流电源干扰，可选用 带阻 滤波器；如果希望只通过 500Hz 到 1kHz 的有用信号，可选用 带通 滤波器。

77、根据工作信号频率范围滤波器可以分为：低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器及 带阻滤波器。

78、集成运算放大器在 线性 状态和 理想工作 条件下，得出两个重要结论，它们是：虚断 和 虚短。

79、通用型集成运放输入级大多采用 差分放大 电路，输出级大多采用 共集 电路。

80、正弦波振荡电路是由 放大电路、反馈网络、选频网络、稳幅环节 四个部分组成。

81、正弦波振荡电路产生振荡时，幅度平衡条件为  $|\dot{A}\dot{F}| = 1$ ，相位平衡条件为  $\Phi_A + \Phi_F = \pm 2n\pi$

$n=0, 1, 2, \dots$ 。

82、信号发生器原理是在电路负反馈时  $\dot{A}\dot{F} = -1$ ，例如 自激 电路。在正反馈时  $\dot{A}\dot{F} = 1$ ，例如 文氏 振荡电路。

83、石英晶体振荡器是 LC 振荡电路 的特殊形式，因而振荡频率具有很高的稳定性。

84、正弦波振荡电路利用正反馈产生振荡的条件是  $|\dot{A}\dot{F}| = 1$ ，其中相位平衡条件是  $\phi_a + \phi_f = 2n\pi$ ， $n$  为整数，为使电路起振，幅值条件是  $|\dot{A}\dot{F}| > 1$ 。

85、正弦波振荡电路必须由 放大电路、反馈网络、选频网络、稳幅环节 四部分组成。

86、RC 正弦波振荡电路达到稳定平衡状态时有： $\dot{A}_v = \frac{1}{3}$ 、 $\dot{F}_v = \frac{1}{3}$ 、 $\omega = \omega_0 = \frac{1}{RC}$ 。

87、正弦波自激振荡电路振荡的平衡条件是  $|\dot{A}\dot{F}| = 1$ ， $\phi_a + \phi_f = 2n\pi$ ， $n$  为整数。

88、正弦波振荡电路起振的条件是  $|\dot{A}\dot{F}| > 1$  和  $\Phi_A + \Phi_F = \pm 2n\pi$ ， $n$  为整数。

89、有用信号频率高于 1000Hz，可选用 高通 滤波器。文氏电桥振荡器中的放大电路电压放大倍数  $A_v \geq 3$ ，才能满足起振条件。

90、为了稳定电路的输出信号，电路应采用 交流负 反馈。为了产生一个正弦波信号，电路应采用 正 反馈。

91、直流电源是将电网电压的 交流电 转换成 直流电 的能量转换电路。

92、三端集成稳压器 7805 输出电压 +5 V，7915 输出电压 -15 V。

93、直流电源一般由下列四部分组成，他们分别为：电源变压器、滤波电路、稳压 电路和 整流 电路。稳压集成电路 W7810 输出电压 +10 V。

94、将交流电变换成脉动直流电的电路称为整流电路；半波整流电路输出的直流电压平均值等于输入的交流电压（即变压器副边电压）有效值的 0.45 倍；全波整流电路输出的直流电压平均值等于输入的交流电压（即变压器副边电压）有效值的 0.9 倍。

95、三端集成稳压器 7915 的输出电压为 -15 伏。

96、串联型稳压电路中的放大环节所放大的对象是 输出取样电压。

97、开关型直流电源比线性直流电源效率高的原因是 调整管的的状态不同。

98、小功率稳压电源一般由 电源变压器、整流电路、滤波器、稳压电路 等四部分构成。

99、幅度失真 和 相位失真 总称为频率失真。

100、串联反馈式稳压电路由 调整管、比较放大、基准电压、取样环节 四部分组成。

# 单项选择题

- 1、半导体二极管加正向电压时，有（ ）  
A、电流大电阻小                      B、电流大电阻大  
C、电流小电阻小                      D、电流小电阻大
- 2、PN 结正向偏置时，其内电场被（ ）  
A、削弱                      B、增强                      C、不变                      D、不确定
- 3、半导体稳压二极管正常稳压时，应当工作于（ ）  
A、反向偏置击穿状态                      B、反向偏置未击穿状态  
C、正向偏置导通状态                      D、正向偏置未导通状态
- 4、在本征半导体中掺入（ ）构成 P 型半导体。  
A、3 价元素                      B、4 价元素                      C、5 价元素                      D、6 价元素
- 5、PN 结  $V-I$  特性的表达式为（ ）  
A、 $i_D = I_S(e^{v_D/V_T} - 1)$                       B、 $i_D = I_S(e - 1)^{v_D}$   
C、 $i_D = I_S e^{v_D/V_T} - 1$                       D、 $i_D = e^{v_D/V_T}$
- 6、多级放大电路与组成它的各个单级放大电路相比，其通频带（ ）  
A、变宽                      B、变窄                      C、不变                      D、与各单级放大电路无关
- 7、某放大电路在负载开路时的输出电压为 4V，接入  $12k\Omega$  的负载电阻后，输出电压降为 3V，这说明放大电路的输出电阻为（ ）  
A、 $10k\Omega$                       B、 $2k\Omega$                       C、 $4k\Omega$                       D、 $3k\Omega$
- 8、三极管工作于放大状态的条件是（ ）  
A、发射结正偏，集电结反偏                      B、发射结正偏，集电结正偏  
C、发射结反偏，集电结正偏                      D、发射结反偏，集电结反偏
- 9、三极管电流源电路的特点是（ ）  
A、输出电流恒定，直流等效电阻大，交流等效电阻小  
B、输出电流恒定，直流等效电阻小，交流等效电阻大  
C、输出电流恒定，直流等效电阻小，交流等效电阻小  
D、输出电流恒定，直流等效电阻大，交流等效电阻大
- 10、画三极管放大电路的小信号等效电路时，直流电压源  $V_{CC}$  应当（ ）  
A、短路                      B、开路                      C、保留不变                      D、电流源
- 11、带射极电阻  $R_e$  的共射放大电路，在并联交流旁路电容  $C_e$  后，其电压放大倍数将（ ）  
A、减小                      B、增大                      C、不变                      D、变为零
- 12、有两个放大倍数相同，输入电阻和输出电阻不同的放大电路 A 和 B，对同一个具有内阻的信号源电压进行放大。在负载开路的条件下，测得 A 放大器的输出电压小，这说明 A 的（ ）  
A、输入电阻大                      B、输入电阻小                      C、输出电阻大                      D、输出电阻小
- 13、为了使高内阻信号源与低阻负载能很好的配合，可以在信号源与低阻负载间接入（ ）  
A、共射电路                      B、共基电路                      C、共集电路                      D、共集-共基串联电路
- 14、某 NPN 型三极管的输出特性曲线如图 1 所示，当  $V_{CE}=6V$ ，其电流放大系数  $\beta$  为（ ）



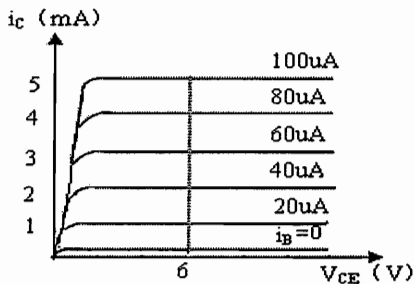


图 1

- A、 $\beta = 100$                       B、 $\beta = 50$   
C、 $\beta = 150$                       D、 $\beta = 25$

15、测量放大电路中某三极管各电极电位分别为 6V、2.7V、2V，（见图 2 所示）则此三极管为（ ）

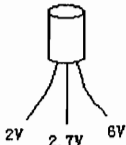


图 2

- A、PNP 型锗三极管                      B、NPN 型锗三极管  
C、PNP 型硅三极管                      D、NPN 型硅三极管

16、多级放大电路的级数越多，则其（ ）

- A、放大倍数越大，而通频带越窄                      B、放大倍数越大，而通频带越宽  
C、放大倍数越小，而通频带越宽                      D、放大倍数越小，而通频带越窄

17、当放大电路的电压增益为 -20dB 时，说明它的电压放大倍数为（ ）

- A、20 倍      B、-20 倍      C、-10 倍      D、0.1 倍

18、当用外加电压法测试放大器的输出电阻时，要求（ ）

- A、独立信号源短路，负载开路      B、独立信号源短路，负载短路  
C、独立信号源开路，负载开路      D、独立信号源开路，负载短路

19、场效应管放大电路的输入电阻，主要由（ ）决定

- A、管子类型                      B、 $g_m$                       C、偏置电路                      D、 $V_{GS}$

20、场效应管的工作原理是（ ）

- A、输入电流控制输出电流                      B、输入电流控制输出电压  
C、输入电压控制输出电压                      D、输入电压控制输出电流

21、场效应管属于（ ）

- A、单极性电压控制型器件                      B、双极性电压控制型器件  
C、单极性电流控制型器件                      D、双极性电压控制型器件

22、如图 3 所示电路为（ ）

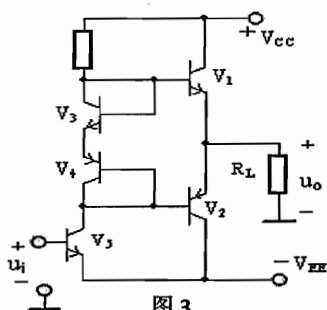


图 3

- A、甲类 OCL 功率放大电路  
B、乙类 OCL 功率放大电路  
C、甲乙类 OCL 功率放大电路  
D、甲乙类 OTL 功率放大电路
- 23、与甲类功率放大方式比较，乙类 OCL 互补对称功放的主要优点是（ ）  
A、不用输出变压器 B、不用输出端大电容 C、效率高 D、无交越失真
- 24、与乙类功率放大方式比较，甲乙类 OCL 互补对称功放的主要优点是（ ）  
A、不用输出变压器 B、不用输出端大电容 C、效率高 D、无交越失真
- 25、在甲乙类功放中，一个电源的互补对称电路中每个管子工作电压  $V_{CE}$  与电路中所加电源  $V_{CC}$  关系表示正确的是（ ）  
A、 $V_{CE} = V_{CC}$  B、 $V_{CE} = \frac{1}{2}V_{CC}$  C、 $V_{CE} = 2V_{CC}$  D、以上都不正确
- 26、通用型集成运放适用于放大（ ）  
A、高频信号 B、低频信号 C、任何频率信号 D、中频信号
- 27、集成运算放大器构成的反相比例运算电路的一个重要特点是（ ）  
A、反相输入端为虚地 B、输入电阻大  
C、电流并联负反馈 D、电压串联负反馈
- 28、下列对集成电路运算放大器描述正确的是（ ）  
A、是一种低电压增益、高输入电阻和低输出电阻的多级直接耦合放大电路  
B、是一种高电压增益、低输入电阻和低输出电阻的多级直接耦合放大电路  
C、是一种高电压增益、高输入电阻和高输出电阻的多级直接耦合放大电路  
D、是一种高电压增益、高输入电阻和低输出电阻的多级直接耦合放大电路
- 29、共模抑制比  $K_{CMR}$  越大，表明电路（ ）  
A、放大倍数越稳定 B、交流放大倍数越大  
C、抑制温漂能力越强 D、输入信号中的差模成分越大
- 30、差动放大器由双端输入变为单端输入，差模电压增益是（ ）  
A、增加一倍 B、为双端输入时的一半 C、不变 D、不确定
- 31、电流源的特点是直流等效电阻（ ）  
A、大 B、小 C、恒定 D、不定
- 32、串联负反馈放大电路环内的输入电阻是无反馈时输入电阻的（ ）

- A、 $1+AF$  倍    B、 $1/(1+AF)$  倍    C、 $1/F$  倍    D、 $1/AF$  倍

33、为了使放大电路的输入电阻增大，输出电阻减小，应当采用（ ）

- A、电压串联负反馈    B、电压并联负反馈  
C、电流串联负反馈    D、电流并联负反馈

34、为了稳定放大电路的输出电流，并增大输入电阻，应当引入（ ）

- A、电流串联负反馈    B、电流并联负反馈  
C、电压串联负反馈    D、电压并联负反馈

35、如图 4 为两级电路，接入  $R_F$  后引入了级间（ ）

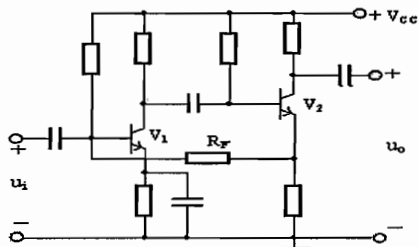


图 4

- A、电流并联负反馈  
B、电流串联负反馈  
C、电压并联负反馈  
D、电压串联负反馈

36、某仪表放大电路，要求  $R_i$  大，输出电流稳定，应选（ ）

- A、电流串联负反馈    B、电压并联负反馈  
C、电流并联负反馈    D、电压串联负反馈

37、某传感器产生的电压信号（几乎不能提供电流），经过放大后希望输出电压与信号成正比，此放大电路应选（ ）

- A、电流串联负反馈    B、电压并联负反馈  
C、电流并联负反馈    D、电压串联负反馈

38、某电路有用信号频率为 2kHz，可选用（ ）

- A、低通滤波器    B、高通滤波器    C、带通滤波器    D、带阻滤波器

39、文氏桥振荡器中的放大电路电压放大倍数（ ）才能满足起振条件

- A、为  $1/3$  时    B、为 3 时    C、 $>3$     D、 $>1/3$

40、LC 正弦波振荡器电路的振荡频率为（ ）

- A、 $f_0 = \frac{1}{LC}$     B、 $f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$   
C、 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$     D、 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$

41、正弦波振荡电路利用正反馈产生振荡的相位平衡条件是（ ）

- A、 $2n\pi$ ， $n$  为整数    B、 $(2n+1)\pi$ ， $n$  为整数    C、 $n\pi/2$ ， $n$  为整数    D、不确定

42、RC 串并联正弦波振荡电路的振荡频率为（ ）

$$A、f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$$

$$B、f = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$C、f = \frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$$

$$D、f = \frac{1}{4\pi\sqrt{RC}}$$

43、桥式整流电路若变压器二次电压为  $u_2 = 10\sqrt{2}\sin\omega t$  V, 则每个整流管所承受的最大反向电压为 ( )

- A、 $10\sqrt{2}$  V    B、 $20\sqrt{2}$  V    C、20V    D、 $\sqrt{2}$  V

44、图 5 为单相桥式整流滤波电路,  $u_i$  为正弦电压, 其有效值为  $U_i=20$ V,  $f=50$ Hz。若实际测得其输出电压为 28.28V, 这是由于 ( ) 的结果

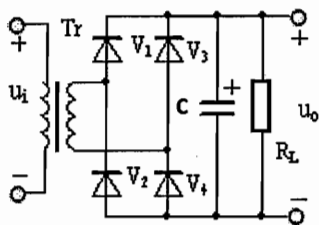


图 5

- A、C 开路  
B、C 的容量过小  
C、C 的容量过大  
D、 $R_L$  开路

45、在单相桥式整流电路中, 若有一只整流管接反, 则 ( )

- A、输出电压约为  $2U_o$     B、输出电压约为  $U_o/2$   
C、整流管将因电流过大而烧坏    D、变为半波整流

46、直流稳压电源中滤波电路的目的是 ( )

- A、将交流变为直流    B、将高频变为低频  
C、将交、直流混合量中的交流成分滤掉    D、保护电源

47、在单相桥式整流电容滤波电路中, 设  $U_i$  为其输入电压, 输出电压的平均值约为 ( )

- A、 $U_o=0.45U_i$     B、 $U_o=1.2U_i$     C、 $U_o=0.9U_i$     D、 $U_o=1.4U_i$

#### 单项选择题答案

- 1、A    2、A    3、A    4、A    5、A    6、B    7、C    8、A    9、B    10、A    11、B    12、  
B    13、C    14、B    15、D    16、A    17、D    18、A    19、C    20、D    21、A    22、C    23、  
C    24、D    25、B    26、B    27、A    28、D    29、C    30、C    31、B    32、A    33、A    34、  
A    35、A    36、D    37、A    38、C    39、C    40、C    41、A    42、B    43、A    44、D    45、  
C    46、C    47、B

### 计算题

1、放大电路如图 1 所示, 若  $V_{CC}=12V$ ,  $R_c=5.1k\Omega$ ,  $R_b=400k\Omega$ ,  $R_{e1}=100\Omega$ ,

$R_{e2}=2k\Omega$ ,  $R_L=5.1k\Omega$ ,  $\beta=50$ ,  $r_{bb'}=300\Omega$

- (1)、求静态工作点;
- (2)、画出其 h 参数小信号等效电路;
- (3)、求  $A_v$ 、 $R_i$  和  $R_o$ 。

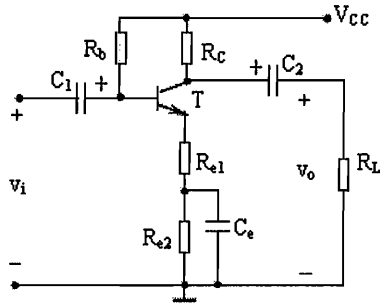


图 1

2、放大电路如图 2 所示,

- (1) 画出电路的小信号等效电路;
- (2) 写出计算电压放大倍数

$$\dot{A}_{v1} = \frac{\dot{V}_{o1}}{\dot{V}_i} \quad \dot{A}_{v2} = \frac{\dot{V}_{o2}}{\dot{V}_i} \text{ 的表达式;}$$

- (3) 画出当  $R_c=R_e$  时的两个输出

电压  $\dot{V}_{o1}$  和  $\dot{V}_{o2}$  的波形 (与正弦波  $\dot{V}_i$  相对应)。

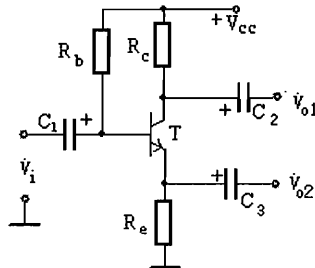


图 2

3、如图 3 所示, 设  $\beta=100$ ,  $V_{CC}=10V$ ,  $R_{b1}=20k\Omega$ ,  $R_{b2}=15k\Omega$ ,  $R_e=RC=2k\Omega$ 。

试求:

- (1) Q 点;

$$A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} \quad A_{v2} = \frac{V_{o2}}{V_i}$$

(2) 电压增益

(3) 输入电阻  $R_i$ ;

(4) 输出电阻  $R_{o1}$  和  $R_{o2}$

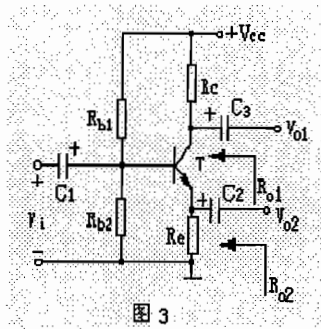


图 3

4、三极管放大电路如图 4 所示。

已知:  $r_{be}=300\Omega$ ,  $\beta=49$ ,  $V_{BEQ}=0.7V$

$R_c=6.4K\Omega$ ,  $R_{b1}=6.4K\Omega$ ,  $R_{b2}=2.3K\Omega$

(1) 画出其微变等效电路

(2) 计算电压放大倍数  $A_u$

(3) 计算输出电阻  $R_o$

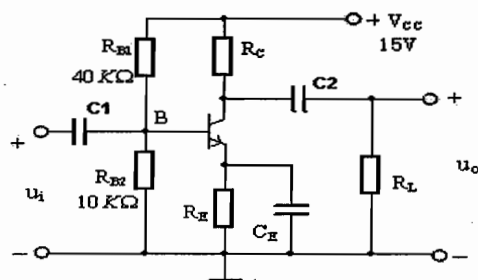


图 4

5、电路如图 5 所示, 已知  $V_i=2V$ ,  $I_{BQ}=1mA$ ,  $g_m=30mS$ 。

电容足够大, 其它参数如图所示。

求: (1) 电路的静态工作点;

(2) 画出低频小信号等效模型;

(3) 中频电压增益、输入电阻、输出电阻。

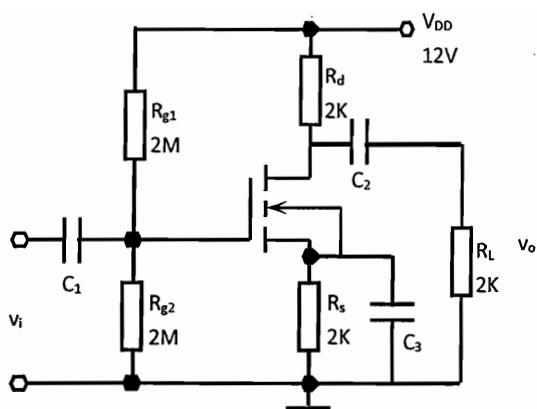


图 5

6、电路如图 6，已知  $\beta = 50$ ， $r_{bb'} = 200\Omega$ ， $V_{BEQ} = 0.7V$ ，

$V_{CC} = 12V$ ， $R_b = 570K\Omega$ ， $R_C = 4K\Omega$ ， $R_L = 4K\Omega$

- (1)、估算电路的静态工作点： $I_{BQ}$ ， $I_{CQ}$ ， $V_{CEQ}$ ；
- (2)、计算交流参数  $A_v$ 、 $R_i$ 、 $R_o$  值；
- (3)、如输出电压信号产生顶部失真，是截止失真  
还是饱和失真，应调整那个元件值，如何调？
- (4)、请简要说明环境温度变化对该电路静态工作点的影响。

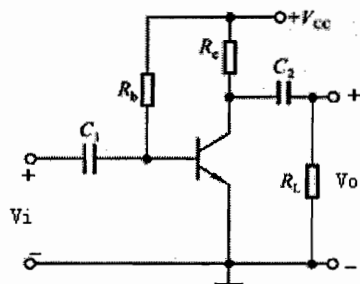


图 6

7、电路如图 7 所示，已知晶体管  $\beta = 50$ ，在下列情况下，用直流电压表测晶体管的集电极电位，应分别为多少？设  $V_{CC} = 12V$ ，晶体管饱和管压降  $V_{CES} = 0.5V$ 。

- (1)、正常情况；
- (2)、 $R_{b1}$  短路；
- (3)、 $R_{b1}$  开路；
- (4)、 $R_{b2}$  开路；
- (5)、 $R_c$  短路。

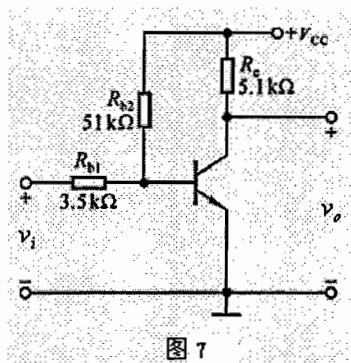


图 7

8、电路如图 8 (a) 所示, 其中电容  $C_1$ 、 $C_2$  的容量视为无限大。试回答下列问题:

- (1) 写出直流负载线表达式, 在图 8 (b) 上画出直流负载线, 求出静态工作点 ( $I_{CQ}$ ,  $V_{CEQ}$ ,  $I_{BQ}$ ); (2) 画出放大电路的微变等效电路; (3) 求出电压增益  $\dot{A}_V$ 、输入电阻  $R_i$  及输出电阻  $R_o$ 。

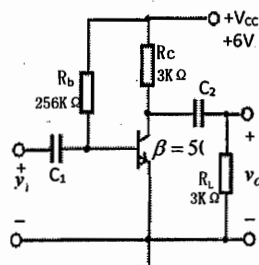
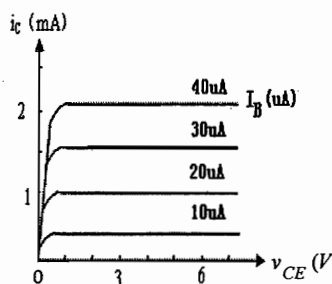


图 (a)



图题 8

图 (b)

9、在图 9 中, 已知  $R_{b1} = 300\text{k}\Omega$ ,  $R_{c1} = 2\text{k}\Omega$ ,  $R_{b2} = 200\text{k}\Omega$ ,  $R_c = 2\text{k}\Omega$ ,  $R_L = 2\text{k}\Omega$ ,  $I_E = 2.2\text{mA}$ ,  $\beta_1 = \beta_2 = 60$ 。求:

- (1) 第一级的静态工作点; (2) 放大器的输入电阻和输出电阻; (3) 总的电压放大倍数。

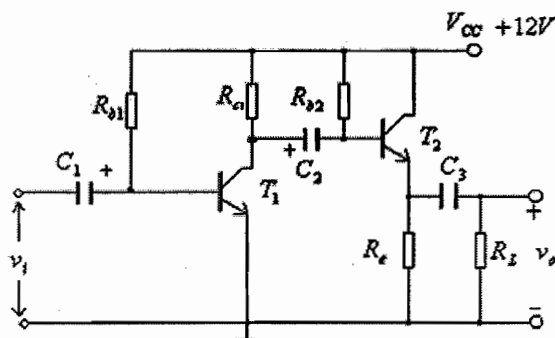


图 9



10、功率放大电路如图 10 所示，设输入  $v_i$  为正弦波。

- (1)、静态时，输出电容  $C_2$  上的电压应调为多少伏？
- (2)、 $R_L$  得到的最大不失真输出功率大约是多少？
- (3)、直流电源供给的功率为多少？

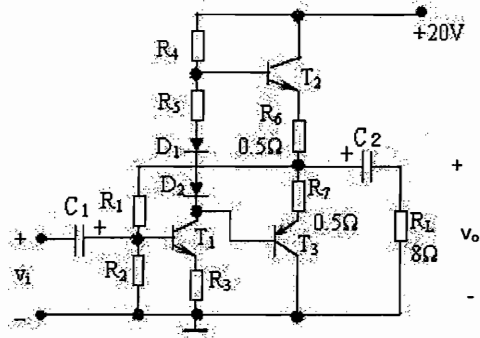


图 10

- (4)、该电路的效率是多少？

11、功率放大电路如图 11 示。设三极管的饱和压降  $V_{CEs}$  为 1V，

为了使负载电阻获得 12W 的功率。请问：

- (1) 正负电源至少应为多少伏？
- (2) 三极管的  $I_{CM}$ 、 $V_{(BR)CEO}$  至少应为多少？

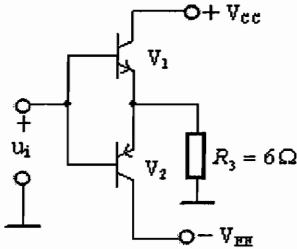


图 11

12、电路如图 12 所示，JFET 的  $g_m=2\text{mS}$ ， $r_{DS}=20\text{K}\Omega$ 。

$$A_{VD} = \frac{v_{o1} - v_{o2}}{v_{id}}$$

- (1) 求双端输出时的差模电压增益  $A_{VD}$  的值；
- (2) 求电路改为单端输出时， $A_{vD1}$ 、 $A_{vD2}$  和  $K_{CMR}$  的值。



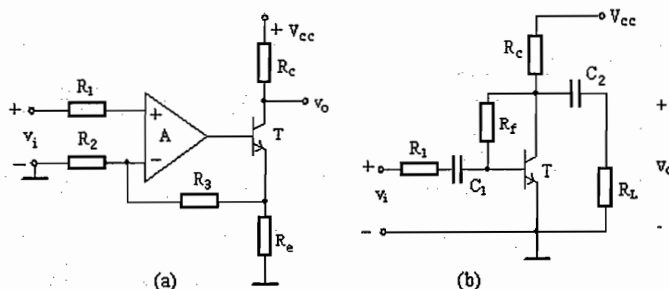


图 15

16、电路如图 16 所示， $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 均为理想运放，电源电压为 $\pm 15V$ ，问：

- (1)、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 分别组成何种基本应用电路。
- (2)、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 输入端那些是虚地、虚短、既不虚地也不虚短。
- (3)、当  $v_{i1}=1V$ ， $v_{i2}=0.5V$  时， $v_{o1}$ ， $v_{o2}$  各为几伏？计算  $v_{o3}$  的函数式？

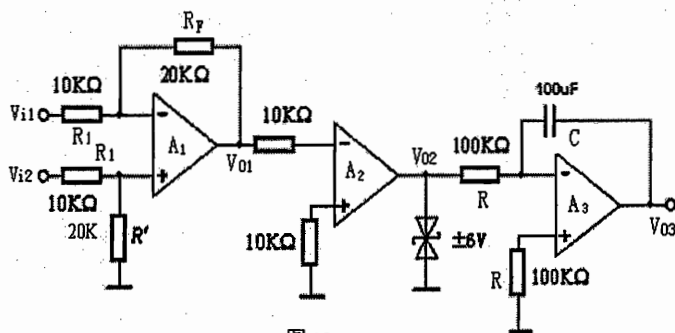


图 16

17、在图 17 所示电路中，已知  $R_1=R=R'=100k\Omega$ ， $R_2=R_f=100k\Omega$ ， $C=1\mu F$ 。

- (1)、判断图中的反馈类型。
- (2)、试求出  $v_o$  与  $v_i$  的运算关系。
- (3)、设  $t=0$  时  $v_o=0$ ，且  $v_i$  由零跃变为  $-1V$ ，试求输出电压由零上升到  $+6V$  所需要的时间。

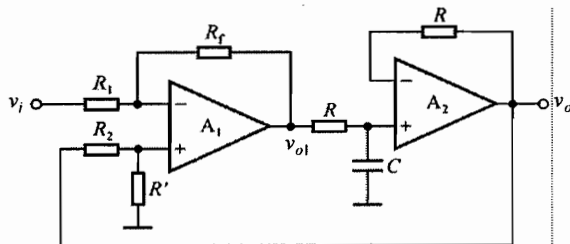


图 17

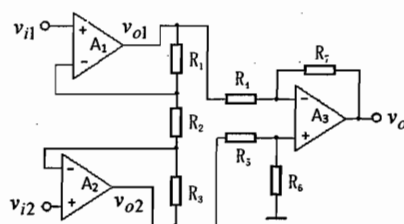
18、理想运放构成的电路如图 18 所示，要求：

- (1) 写出  $v_o$  与  $v_{i1}$ 、 $v_{i2}$  之间的表达式；

(2) 若  $R_1=R_3=10\text{k}\Omega$ ,  $R_2=2\text{k}\Omega$ ,  $R_4=R_5=40\text{k}\Omega$ ,

$R_6=R_7=120\text{k}\Omega$ , 求

$$A_{vf} = \frac{v_o}{v_{i1} - v_{i2}}$$



图题 18

19、图 19 所示电路, 运放均为理想器件, 求输出电压  $V_o$  与输入电压  $V_{i1}, V_{i2}$  的关系。

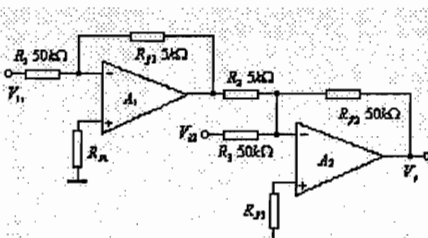


图 19

20、图 20(a)、(b)所示电路中, 运放均为理想器件, 求各电路输出电压  $V_o$  与输入电压  $V_i$  或  $V_{i1}, V_{i2}$  的关系。

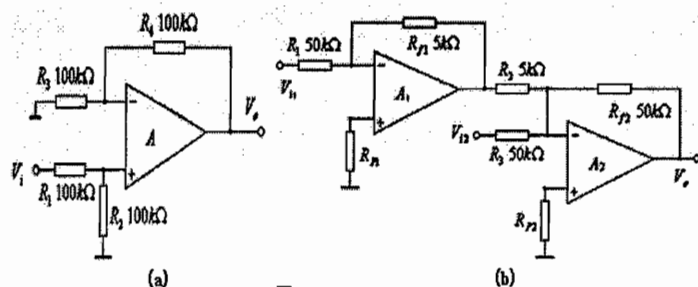


图 20

21、电路如图 21 所示, 已知  $T_1$  和  $T_2$  的饱和管压降  $U_{CES}=2\text{V}$ , A 为理想运放, 忽略电阻的直流功耗。回答下列问题:

(1)  $R_3$ 、 $R_1$  和  $T_3$  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  $\eta$  各为多少?

(3) 设最大输入电压的有效值为  $1\text{V}$ 。为了使电路的最大不失真输出电压的峰值达到  $16\text{V}$ , 电阻  $R_6$  至少应取多少千欧?

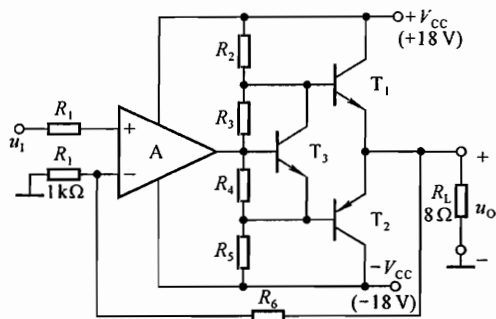


图 21

22、如图 22 所示，图中 A 为理想放大器，试回答

- (1) 该图为何电路？主要由哪几部分构成？并指出其相应的元器件。
- (2) 计算其输出电压范围

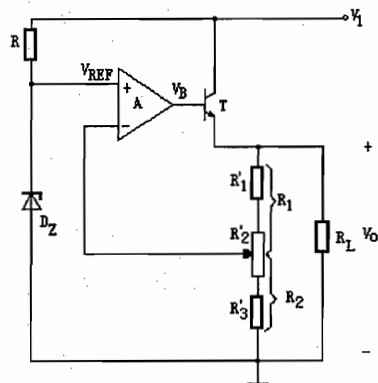


图 22

23、运算电路如图 23 所示， $A_1$ 、 $A_2$  可视为理想运放，其中  $R_1=5k\Omega$ 、 $R_2=2k\Omega$ 、 $R_3=R_4=10k\Omega$ 、 $R_{f1}=R_{f2}=10k\Omega$  试求：输出电压和输入电压之间的函数关系表达式及  $R_{p1}$  和  $R_{p2}$  的值。

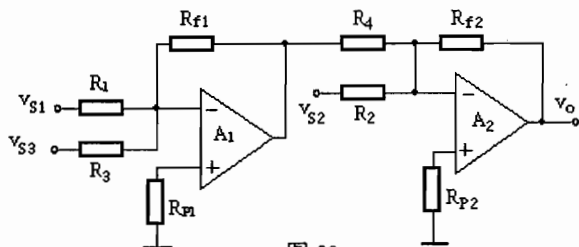


图 23

24、图 24 所示，假设运放是理想的，其中  $v_{s1} = 0.6V$ 、 $v_{s2} = 0.8V$ ， $R_1 = 50k\Omega$ ， $R_{f1} = R_2 = 100k\Omega$ ， $R_{f2} = 50k\Omega$ ， $R_3 = 33k\Omega$ ，试写出电路输出电压  $v_O$  的值。

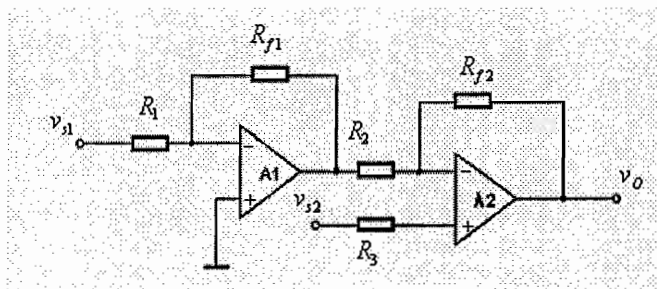


图 24

25、如图 25 所示电路是一个正弦波振荡电路，问：

- (1)、为保证电路正常的工作，节点 K、J、L、M 应该如何连接？
- (2)、R2 应该选多大才能振荡？
- (3)、振荡的频率是多少？
- (4)、R2 使用热敏电阻时，应该具有何种温度系数？

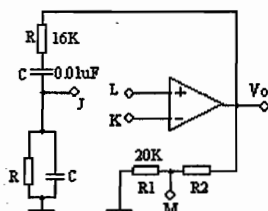


图 25

26、一个输出电压为+6V、输出电流为 0.12A 的稳压电源电路如图 26 所示。如果已选定变压器次级电压有效值为 10V，试指出整流二极管的正向平均电流和反向峰值电压为多大，滤波电容器的容量大致在什么范围内选择，其耐压值至少不应低于多少，稳压管的稳压值应选多大。

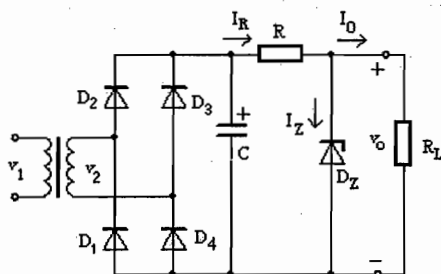


图 26

27、电路如图 27 所示，已知：A 为理想运算放大器， $C_1$ 、 $C_2$  足够大，稳压管  $D_2$  的稳压值  $V_Z=6V$ ，三极管 T

饱和时  $V_{CEs}=2V$ ， $R_1=330\Omega$ ， $R_2=150\Omega$ ， $R_3=300\Omega$ 。

- (1)、试求  $V_o$  的值；
- (2)、试估算电压值  $V_1$ ，电路输入电压有效值  $V_2$ 。

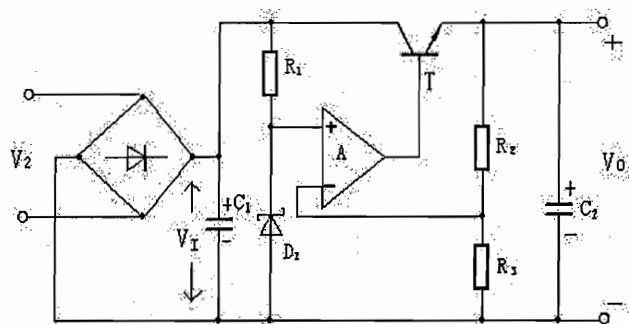


图 27

# 计算题答案

1、解:

(1)、如图 1.1:

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC}}{R_b + (1 + \beta)(R_{e1} + R_{e2})} = \frac{12V}{400k + 50(0.1k + 2k)} = 23.7 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1.2 mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_c + R_{e1} + R_{e2}) = 3.5V$$

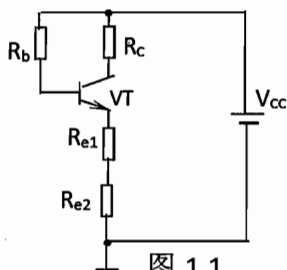


图 1.1

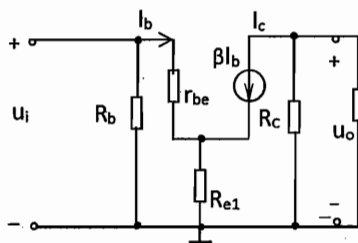


图 1.2

(2) 画出简化 h 参数等效电路如图 1.2

$$\frac{26mV}{I_{EQ}}$$

$$(3)、r_{be} = [300 + (1 + \beta) \frac{I_{EQ}}{I_{EQ}}] \Omega = 1.4 k\Omega$$

$$R_i = [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}] // R_b \approx r_{be} = 1.4 k\Omega$$

$$R'_L = R_c // R_L = 2.55 k\Omega$$

$$A_v = - \frac{\beta R'_L}{r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}} = -19.6$$

$$R_o = R_c = 5.1 k\Omega$$

2、解: (1) 如图 2.1

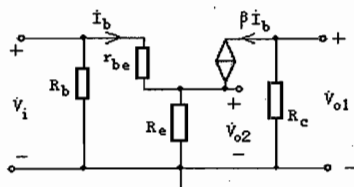


图 2.1



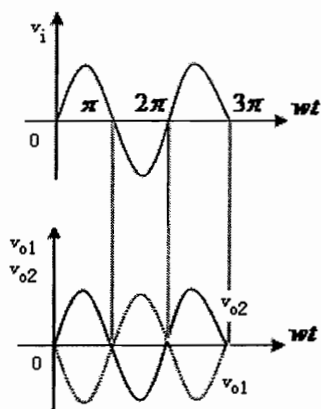


图 2.2

$$A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} = -\beta \frac{R_c}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} \quad \text{共射电路}$$

(2)

$$A_{v2} = \frac{V_{o2}}{V_i} = \frac{(1 + \beta)R_e}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} \quad \text{共集电路}$$

(3)  $R_c = R_e$  时,  $A_{v1} \approx -A_{v2} \approx -1$ ,  $A_{v2} \approx +1$  如图 2.2

3、解:

(1) Q 点:

$$V_B = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} \approx 4.3V$$

$$I_C \approx I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_e} = 1.8mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_e) = 2.8V$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 18\mu A$$

$$A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} \quad A_{v2} = \frac{V_{o2}}{V_i}$$

(2) 电压增益 和

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_E} \approx 1.66k\Omega$$

$$A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} = -\frac{\beta R_c}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} = -0.98$$

$$A_{v2} = \frac{V_{o2}}{V_i} = \frac{(1+\beta)R_e}{r_{be} + (1+\beta)R_e} = 0.99$$

(3) 输入电阻  $R_i$ :  $R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1+\beta)R_e] = 8.2k\Omega$

(4) 输出电阻  $R_{o1}$  和  $R_{o2}$

$$R_{o1} = R_c = 2k\Omega$$

$$R_{o2} = R_e // \frac{r_{be} + (R_{b1} // R_{b2})}{1+\beta} = 96\Omega$$

4、解: (1) 如图 4 所示

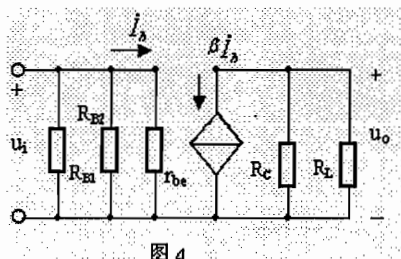


图 4

(2)  $V_{BQ} = \frac{V_{CC}R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{15V \times 10K}{10K + 40K} = 3V$

$$I_{EQ} = \frac{V_{BQ} - V_{BEQ}}{R_E} = \frac{(3 - 0.7)V}{2.3K} = 1mA$$

$$R_L' = R_C // R_L = \frac{6.4K \times 6.4K}{6.4K + 6.4K} = 3.2K\Omega$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} = 300 + (1+49) \frac{26mV}{1mA} = 1.6K\Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta R_L'}{r_{be}} = -\frac{49 \times 3.2K}{1.6K} = -98$$

(3)  $R_o = R_C = 6.4K$

5、解:

(1) 由

$$\begin{cases} V_{GS} = \frac{R_{g2}}{R_{g1} + R_{g2}} V_{DD} - I_D R_s \\ V_{DS} = V_{DD} - I_D (R_d + R_s) \\ I_D = I_{DO} \left( \frac{V_{GS}}{V_T} - 1 \right)^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{GS} = 6 - 2I_D \\ V_{DS} = 12 - 4I_D \\ I_D = \frac{V_{GS}^2}{4} - V_{GS} + 1 \end{cases}$$

解方程组得:  $V_{GS} = 4V$ ,  $V_{DS} = 8V$ ,  $I_D = 1mA$

(2) 低频小信号等效模型如图 5 所示。

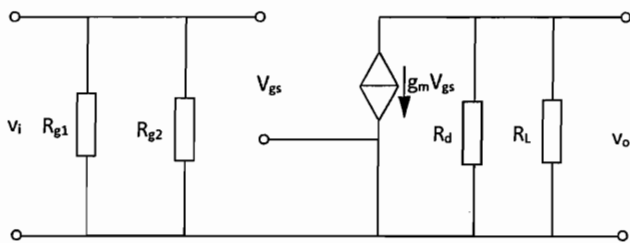


图 5

(3) 中频电压增益:  $A_{VM} = -g_m \cdot (R_d // R_L) = -30 \times 1 = -30$

输入电阻:  $R_i \approx R_{g1} // R_{g2} = 1M\Omega$

输出电阻:  $R_o \approx R_d = 2K\Omega$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_b} = 19.8\mu A$$

6、解: (1)

$$I_{CQ} = 990 \sim 1000\mu A = 1mA$$

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c R_c = 8V$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 1.5K\Omega \quad A_v = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} = -66.7 \sim 68$$

(2)

$$R_i = r_b // r_{be} = 1.5K$$

$$R_o = R_c = 4K$$

(3) 截止失真, 使  $I_b$  增加, 使  $R_b$  减小。

(4) 温度变化会对 Q 点有影响, T 增大, Q 点上移。

7、解: 设  $V_{BE} = 0.7V$ 。则

(1) 基极静态电流

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_{b2}} - \frac{V_{BE}}{R_{b1}} \approx 0.022mA$$

$$V_C = V_{CC} - \beta I_B R_c \approx 6.9V$$

(2) 由于  $V_{EE} = 0V$ , T 截止,  $V_C = 12V$ 。

(3) 临界饱和和基极电流

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{\beta R_c} \approx 0.045mA$$

实际基极电流

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_{b2}} \approx 0.22mA$$

由于  $I_B > I_{BS}$ , 故 T 饱和,  $V_C = V_{CES} = 0.5V$ 。

(4) T 截止,  $V_C = 12V$ 。

(5) 由于集电极直接接直流电源,  $V_C = V_{CC} = 12V$

8、解:

1. 解: 直流负载线方程为:

$$\textcircled{1} \quad V_{CE} = V_{CC} - i_C R_C \quad \begin{cases} V_{CE} = 0, i_C = \frac{6}{3} = 2 \text{ mA} \\ i_C = 0, V_{CE} = V_{CC} = 6 \text{ V} \end{cases}$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_b} = \frac{6 - 0.7}{256} = 20 \mu\text{A}$$

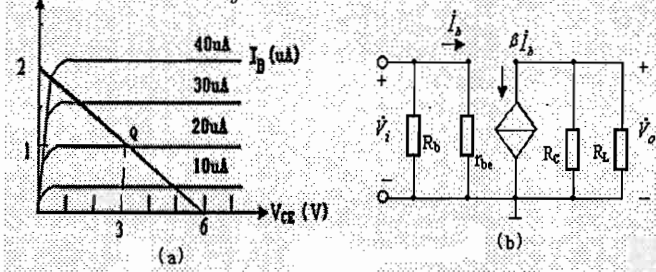


图 8

由图 8 所示有:  $I_{CQ} = 1 \text{ mA}$ ,  $V_{CEQ} = 3 \text{ V}$ 。

② 放大电路的微变等效电路如图 8 (b) 所示。

$$\textcircled{3} \quad R_i = r_{be} // R_b = 1.6 // 256 = 1.6 \text{ k}\Omega$$

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} = 300 + (1 + 50) \frac{26}{1} \approx 1.6 \text{ K}\Omega$$

$$R_o = R_C // R_L = 3 \text{ k}\Omega$$

9、解:  $A_V = \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = -\frac{50 \times (3 // 3)}{1.6} = -46.9$

$$(1) \quad I_{BQ1} = \frac{V_{CC}}{R_{b1}} = \frac{12 \text{ V}}{300 \text{ K}} = 40 \mu\text{A} \quad I_{CQ1} = \beta_0 I_{BQ1} = 60 \times 40 \mu\text{A} = 2.4 \text{ mA} \approx I_{EQ1}$$

$$V_{CEQ1} = V_{CC} - I_{CQ1} R_{C1} = 12 \text{ V} - 2.4 \text{ mA} \times 2 \text{ K} = 7.2 \text{ V}$$

$$(2) \quad r_{be1} = r_{bb1} + (1 + \beta_1) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ1}} = 200 \Omega + (1 + 60) \frac{26 \text{ mV}}{2.4 \text{ mA}} = 0.86 \text{ K}\Omega$$

$$R_i = r_{be1} // R_{b1} \quad R_{b1} \gg r_{be1} \quad R_i \approx r_{be1} = 0.86 \text{ K}\Omega$$

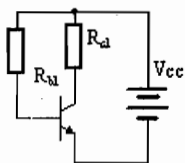
$$r_{be2} = r_{bb2} + (1 + \beta_2) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ2}} = 200 \Omega + (1 + 60) \frac{26 \text{ mV}}{2.2 \text{ mA}} = 0.92 \text{ K}\Omega$$

$$R_o = R_c // \frac{r_{be2} + R'_{o1}}{1 + \beta}$$

$$R'_{o1} = R_{b2} // R_{c1} \quad R_{b2} \gg R_{c1} \quad R'_{o1} = R_{c1} = 2 \text{ K}\Omega$$

$$R_o = 2 \text{ K} // \frac{0.92 \text{ K} + 2 \text{ K}}{1 + 60} = 0.047 \text{ K}$$

(3)



$$R_{i2} = R_{b2} // [r_{be2} + (1 + \beta_2) R'_{L2}]$$

$$R'_{L2} = R_e // R_L = \frac{2K \times 2K}{2K + 2K} = 1K$$

$$R_{i2} = \frac{200k \times [0.92 + (1 + 60) \times 1K]}{200K + 0.92 + (1 + 60) \times 1K} = 47.3K$$

$$R'_{L1} = R_{c1} // R_{i2} = \frac{2K \times 47.3K}{2K + 47.3K} = 1.92K$$

$$A_v = A_{v1} \times A_{v2} = -\frac{\beta_1 R'_{L1}}{r_{be1}} \frac{(1 + \beta_2) R'_{L2}}{r_{be2} + (1 + \beta_2) R'_{L2}} = -\frac{60 \times 1.92K}{0.86K} \frac{61 \times 1K}{0.92K + 61 \times 1K} = -132$$

10、解：

$$(1) V_C = \frac{1}{2} V_{CC} = 10V \quad (2) P_{omax} \approx \frac{1}{2} \frac{\left(\frac{V_{CC}}{2}\right)^2}{R_L} = 6.25W$$

$$(3) P_V = \frac{2}{\pi} \frac{\left(\frac{V_{CC}}{2}\right)^2}{R_L} = 7.96W \quad (4) \eta = \frac{P_{omax}}{P_V} \times 100\% = 78.5\%$$

11、解：

$$(1) P_{om} = \frac{1(V_{CC} - V_{CES})^2}{2R_L} = 12W \quad V_{CES} = 1V \quad R_L = 6\Omega$$

$$V_{CC} - 1 = \pm 12V \quad V_{\alpha} > 0 \quad V_{\alpha} = 13V$$

$$(2) I_{CM} \geq \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{13V}{6\Omega} = 2.17A$$

$$V_{(BQ)CES} \geq 2V_{CC} = 26V$$

12、解：

$$(1) A_{VD} = -g_m (R_d // r_{ds}) = -2 \times (10 // 20) = -13.3$$

$$(2) A_{VD1} = \frac{1}{2} A_{VD} = -\frac{1}{2} \times 13.3 = -6.65$$

$$A_{VC1} = \frac{-g_m (R_d // r_{ds})}{1 + g_m (2R_S)} = -\frac{2 \times 10^{-3} \times 6.67 \times 10^3}{1 + 2 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3} = -0.33$$

$$K_{CMR} = \left| \frac{A_{VD1}}{A_{VC1}} \right| = \left| \frac{6.65}{0.33} \right| = 20.15$$

13 解： 1、文氏桥式振荡器。

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} > 3$$

2、为能起振，要求  $R_2 > 2R_1 = 20K$

$$3、 f_o = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 1 \times 10^3 \times 0.47 \times 10^{-6}} = 338.8(HZ)$$

14、解：

(1)  $T_1$ 、 $T_2$ 组成镜像电流源，在电路中作  $T_3$ 的集电极有源负载，能提高放大电路的电压增益。

$$(2) I_{REF} \approx I_{c2} = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R} = \frac{V_{cc} - 0.7}{R}$$

15、解：

(a)  $R_3$ ：电流串联负反馈

有  $v_r = v_i$

$$v_r = I_e [R_e // (R_3 + R_2)] \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

$$= \frac{I_e R_e R_2}{R_2 + R_3 + R_e}$$

$$v_o = -I_c R_c$$

$$A_{uf} = \frac{v_o}{v_i} = - \frac{R_c (R_2 + R_3 + R_e)}{R_e R_2}$$

(b)  $R_f$ ：电压并联负反馈

$$\text{有 } I_r = I_i = \frac{U_i}{R_1} = - \frac{v_o}{R_f} \quad \text{故：} A_v = \frac{v_o}{v_i} = - \frac{R_f}{R_1}$$

16、解：

(1)  $A_1$ 是差分输入  $A_2$ 过零比较器  $A_3$ 是积分电路

(2)  $A_1$ 输入端虚短  $A_2$ 输入端不虚地也不虚短  $A_3$ 输入端虚地

$$(3) U_{01} = - \frac{R_F}{R_1} (u_{i1} - u_{i2}) = - \frac{20}{10} (u_{i1} - u_{i2}) = -2 \times 0.5 = -1V$$

$$\text{当 } U_{01} < 0 \text{ 时 } U_{02} = +6V$$

$$\text{当 } U_{01} > 0 \text{ 时 } U_{02} = -6V$$

$$U_{03} = - \frac{1}{RC} \int U_{02} dt = - \frac{1}{C} \int_{100K} U_{02} dt = \pm \frac{1}{100 \times 10^{-6}} \times \frac{1}{100K} \int 6 dt = \pm 0.6t$$

17、解：

(1)  $A_1$ ：电压并联负反馈； $A_2$ ：电压串联负反馈； $R_2$ ：电压串联正反馈。

$A_1$ ：双端输入求和电路， $A_2$ ：低通滤波器。

(2) 因为  $A_1$  的同相输入端和反相输入端所接电阻相等, 电容上的电压  $v_c = v_o$ , 所以其输出电压为

$$v_{o1} = -\frac{R_f}{R_1} \cdot v_I + \frac{R_f}{R_2} \cdot v_o = v_o - v_I$$

电容的电流为 
$$i_c = \frac{v_{o1} - v_o}{R} = -\frac{v_I}{R}$$

因此, 输出电压为 
$$v_o = \frac{1}{C} \int i_c dt = -\frac{1}{RC} \int v_I dt = -10 \int v_I dt$$

(3)  $v_o = -10 v_I t_1 = [-10 \times (-1) \times t_1]V = 6V$ , 故  $t_1 = 0.6s$ 。

即经 0.6 秒输出电压达到 6V。

18、解:

(1) 
$$V_o = -\frac{R_7}{R_4} \left(1 + \frac{R_1 + R_3}{R_2}\right) (V_{i1} - V_{i2})$$

(2) 
$$A_{Vff} = \frac{V_o}{V_{i1} - V_{i2}} = -21$$

19、解:  $v_{1+} = v_{1-} = 0$   $v_{2+} = v_{2-} = 0$  (虚地)

$$\frac{V_{i1} - 0}{R_1} = \frac{0 - V_{o1}}{R_{f1}} \quad (\text{虚断})$$

$$V_{o1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} V_{i1} = -\frac{5K}{50K} V_{i1} = -\frac{1}{10} V_{i1}$$

$$\frac{V_{o1} - 0}{R_1} + \frac{V_{i2} - 0}{R_3} = \frac{0 - V_o}{R_{f2}} \quad (\text{虚断})$$

$$V_o = -\frac{R_{f2}}{R_2} V_{o1} - \frac{R_{f2}}{R_3} V_{i2} = -\frac{50K}{5K} \times \left(-\frac{1}{10} V_{i1}\right) - \frac{50K}{50K} V_{i2} = V_{i1} - V_{i2}$$

20、解:

(1)、
$$\frac{0 - V_-}{R_3} = \frac{V_- - V_o}{R_4} \quad (\text{虚断})$$

$$\frac{V_i - V_+}{R_1} = \frac{V_+ - 0}{R_2} \quad (\text{虚断})$$

$V_- = V_+$  虚短)

$$V_- = V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i = \frac{100K}{100K + 100K} V_i = \frac{1}{2} V_i$$

$$V_o = \frac{R_3 + R_4}{R_3} V_o = \frac{100K + 100K}{100K} V_o = 2V_o = 2 \times \frac{1}{2} V_i = V_i$$

(2)、 $v_{1+} = v_{1-} = 0$   $v_{2+} = v_{2-} = 0$  (虚地)

$$\frac{V_{i1}-0}{R_1} = \frac{0-V_{o1}}{R_{f1}} \quad (\text{虚断})$$

$$V_{o1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} V_{i1} = -\frac{5K}{50K} V_{i1} = -\frac{1}{10} V_{i1} \quad \frac{V_{o1}-0}{R_1} + \frac{V_{i2}-0}{R_3} = \frac{0-V_o}{R_{f2}} \quad (\text{虚断})$$

$$V_o = -\frac{R_{f2}}{R_2} V_{o1} - \frac{R_{f2}}{R_3} V_{i2} = -\frac{50K}{5K} \times (-\frac{1}{10} V_{i1}) - \frac{50K}{50K} V_{i2} = V_{i1} - V_{i2}$$

21、解：

(1)  $R_3$ 、 $R_4$  和  $T_3$  的作用是为  $T_1$  和  $T_2$  提供适当的直流偏置，消除交越失真。

(2) 最大输出功率和效率分别为

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

$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{18-2}{18} \approx 69.8\%$$

(3) 当输出电压的峰值为 16V 时，其有效值为：

$$U_o = \frac{16}{\sqrt{2}} \approx 11.3$$

根据运算“虚短”和“虚断”的原理有：

$$\frac{U_i}{R_1} = \frac{U_o - U_i}{R_6} \quad \text{即：} \quad R_6 = \frac{U_o - U_i}{U_i} R_1 = \frac{11.3-1}{1} \times 1 = 10.3K\Omega$$

22、解：

(1) 解：串联反馈式稳压电路：基准电压  $V_{REF}$  (或单稳压电路  $R$ 、 $D_Z$ )、比较放大电路  $A$ 、调整管

$T$ 、取样环节  $R_1$ 、 $R_2$

$$(2) \quad V_B = A_V (V_{REF} - F_V V_O) \approx V_O$$

$$V_O = V_{REF} \frac{A_V}{1 + A_V F_V}$$

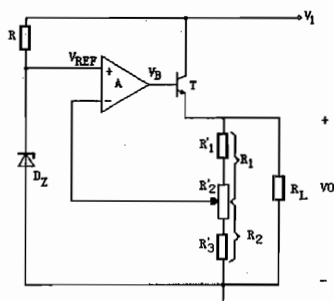


图 22

深度负反馈条件下：

$$|1 + A_V F_V| \gg 1$$



$$V_O \approx \frac{V_{REF}}{F_V} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

如图 22 所示 在  $R_1 = R_1' + R_2'$  时, 有  $V_{Omax} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1' + R_2'}{R_3}\right)$

在  $R_1 = R_1'$  时, 有  $V_{Omin} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1'}{R_3 + R_2}\right)$

23、解:

$$\text{由图可知: } \frac{v_{S1} - v_{1-}}{R_1} + \frac{v_{S3} - v_{1-}}{R_3} = \frac{v_{1-} - v_{O1}}{R_{f1}}$$

$$\frac{v_{O1} - v_{2-}}{R_4} + \frac{v_{S2} - v_{2-}}{R_4} = \frac{v_{2-} - v_O}{R_{f2}}$$

$$v_{1-} = v_{1+} = v_{2-} = v_{2+} = 0$$

$$\text{解之得: } v_{O1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} v_{S1} - \frac{R_{f1}}{R_3} v_{S3}$$

$$v_O = -\frac{R_{f2}}{R_4} v_{O1} - \frac{R_{f2}}{R_2} v_{S2}$$

$$\text{故: } v_O = 2v_{S1} - 5v_{S2} + v_{S3}$$

$$R_{P1} = R_1 // R_3 // R_{f1} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{P2} = R_2 // R_4 // R_{f2} = 1.4 \text{ k}\Omega$$

24、解:

A1 和 A2 为理想放大电路: 则有  $V_- = V_+$   $I_i = 0$

$$v_{O1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} v_{S1} = -\frac{100}{50} (0.6V) = -1.2V$$

$$v_O = -\frac{R_{f2}}{R_2} v_{O1} + \left(1 + \frac{R_{f2}}{R_2}\right) v_{S2}$$

$$= -\frac{50}{100} (-1.2V) + \left(1 + \frac{50}{100}\right) 0.8V$$

$$= 1.8V$$

25、解:

(1) 运放 A 应构成放大电路, RC 串并联环节构成正反馈。

所以 L 接 J, M 接 K。

(2) 起振幅值条件是  $|AF| > 1$ ,  $A_v = 1 + R_2/R_1$ ,  $|F_v| = 1/3$

所以  $|A_v| > 3$ ,  $R_2 = 40 \text{ k}\Omega$

(3) 振荡频率  $f_o = 1/(2\pi RC)$

$$= \frac{1}{2\pi \times 16 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}} \approx 1 \text{KH}_z$$

(4) 为了保证振荡频率的幅值条件, 由  $|AF| > 1$  过渡到  $|AF| = 1$ 。

即:  $|A_1| > 3$  过渡到  $|A_1| = 3$ , 所以  $R_2$  应该具有负温度系数。

26、解:

$$\frac{1}{I_r} I_O = 0.06 \quad (\text{A})$$

$$v_{\text{in}} = \sqrt{2} v_2 = 10\sqrt{2} = 14.14 \quad (\text{V})$$

$$R_L = \frac{6}{0.12} = 50 \quad (\Omega)$$

$$\text{取 } R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2} \quad C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2R_L} = \frac{3 \sim 5}{2 \times 50 \times 50} = 800 \sim 1000 \quad (\mu\text{F})$$

$$V_{CM} \geq \sqrt{2} v_2 = 14.14 (\text{V})$$

$$v_2 = v_o = 6 (\text{V})$$

27、解:

$$(1) \quad U_0 = \frac{R_2 + R_3}{R_3} \times U_2 = \frac{150 + 300}{300} \times 6 = 9 \text{V}$$

$$(2) \quad U_I = U_O + 2V = 11V \quad [U_I = U_O + (3 \sim 8)V]$$

$$U_I = 1.2U_2 \quad \therefore U_2 = \frac{11V}{1.2} = 9.1V$$