

# 模拟电子技术基础 2011-2018 历年真题&答案

## 目录

2011年春季	.....	2
2012年春季	.....	9
2013年春季	.....	17
2014年春季	.....	25
2015年春季	.....	33
2016年春季	.....	41
2017年春季	.....	50
2018年春季	.....	60
2017年秋季	.....	68
2018年秋季	.....	78
2011年春季答案	.....	88
2012年春季答案	.....	90
2013年春季答案	.....	93
2014年春季答案	.....	97
2015年春季答案	.....	101
2016年春季答案	.....	105
2017年春季答案	.....	109
2017年秋季答案	.....	113
2018年春季答案	.....	117
2018年秋季答案	.....	120

## 排版说明：

本文档自带书签，使用各种阅读器阅读电子版时可以直接点击跳转。试卷大致顺序是2011-2018春季真题~为数不多的几套秋季真题~历年答案，打印使用时可以按需节选。

这些题目和解析是17级4系、21系学生在上春季模电课时各位老师授予的。主要给同学们体会一下考试范围和考试题型、方式。请同学们在课本知识至少熟悉了之后再开始刷这些题——千万不要以为纯刷题就能考好，模电题目多样性繁杂，老师有一万种方法让你挂科，如果没有理解其本质，随便变一下你就蒙圈了。个人经验是，如果你好好的做题，理解每一道题的考点，做个两年的题目就足够了。

最后，考试时不会做的题目就乖乖空着吧！默写一些公式也行，不要在试卷上乱写乱画，试卷是会被装订、存档，可能会被外校专家审查的——你在试卷上画滑稽，给人家专家看到了多丢人啊？——好好读书吧！

以上，祝同学们模电高过！

哈工大 2011 年春季学期

# 模拟电子技术试题 (A)

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	平时	总分
分数											
评卷人											

注意行为规范

遵守考场纪律

得分

一、(10 分) 填空与选择填空

- 三种滤波特性中，幅频特性在通频带最平坦的是\_\_\_\_\_滤波器。  
(A. 切比雪夫； B. 巴特沃斯； C. 贝塞尔)
- 电路如图 1 所示，随着输入信号  $u_i$  的逐渐增大，输出信号  $u_o$  首先出现顶部失真。若失真发生在放大电路的第 2 级，则这种失真属于\_\_\_\_\_ (饱和失真；截止失真)；为了消除失真，电阻  $R_{b2}$  应\_\_\_\_\_ (调大；调小)。

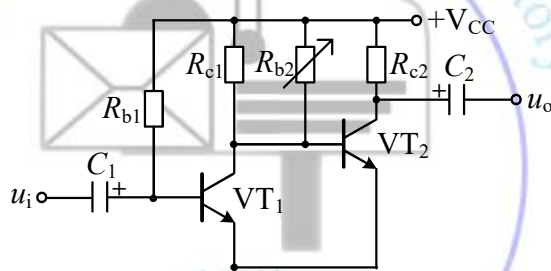


图 1

- 对于同一个输入信号  $u_i$ ，同相比例运算电路中，运算放大器的共模输入电压为\_\_\_\_\_；反相比例运算电路中，运算放大器的共模输入电压为\_\_\_\_\_。
- 图 2 为桥式整流、电容滤波电路。已知  $R_L=40\Omega$ ， $C=1000\mu F$ ，变压器副边电压  $u_2$  的有效值  $U_2=20V$ 。根据输出电压  $u_o$  的平均值  $U_{O(AV)}$  判断电路可能存在的故障。  
 $U_{O(AV)}=28V$ \_\_\_\_\_；  $U_{O(AV)}=18V$ \_\_\_\_\_；  $U_{O(AV)}=9V$ \_\_\_\_\_。  
(A.  $VD_1$  开路且电容  $C$  开路； B.  $VD_1$  开路； C. 电容  $C$  开路； D. 负载  $R_L$  开路)

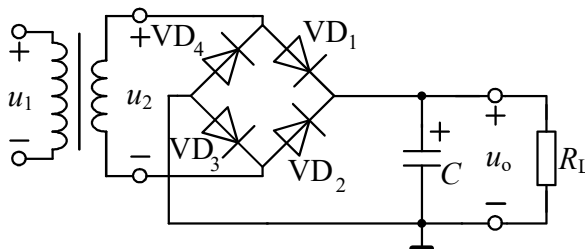


图 2

主管领导审核签字

5. 如果希望减小放大电路从信号源索取的电流，可采用\_\_\_\_\_（串联；并联）负反馈；如果希望负载变化时输出电流稳定，应引入\_\_\_\_\_（电压；电流）负反馈。

得分

二、（14分）电路如图3所示， $\beta=100$ ， $U_{BE}=0.7V$ ， $r_{bb}=300\Omega$ ，电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_e$  都足够大。

1. 画出该电路的直流通路和微变等效电路；
2. 求电路的静态工作点；
3. 计算电路的中频电压放大倍数、输入电阻和输出电阻。

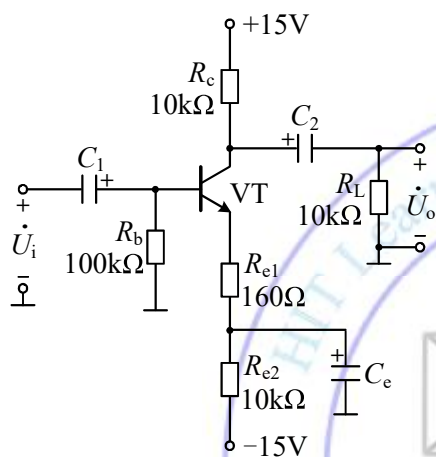


图3

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

得分

三、（4分）由三端集成稳压器构成的电路如图4所示，求输出电压  $U_O$  的表达式。

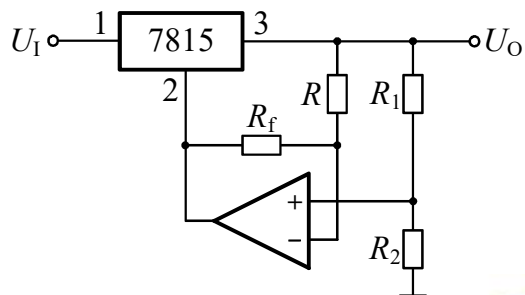


图4

得分

四、（6分）电路如图5所示，晶体管的饱和压降可以忽略( $U_{CES} \approx 0V$ )。

1. 负载  $R_L$  上获得的最大输出功率是多少？
2. 电路的电压放大倍数等于多少？

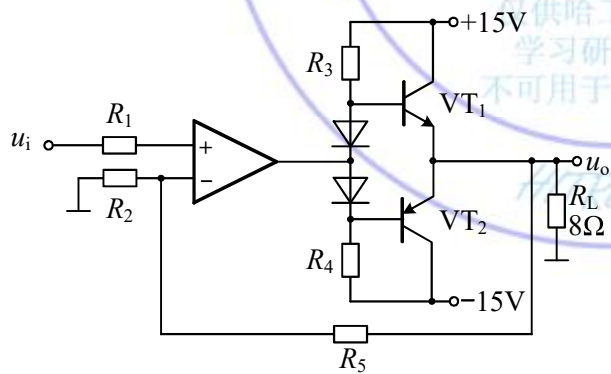


图5



试 题： 模拟电子技术

班号：

姓名：

得分

五、（6分）判断图 6 中电路的级间交流反馈的极性和组态。

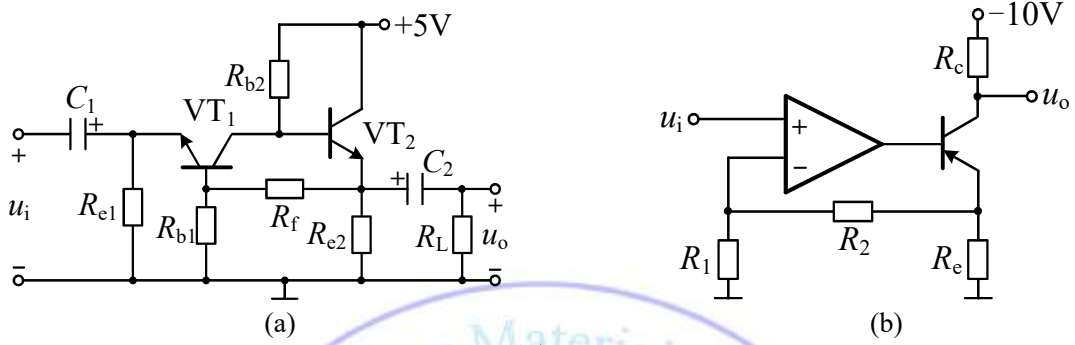


图 6

得分

六、（6分）判断图 7 中电路能否产生正弦波振荡？要求：能产生正弦波振荡的，写出振荡频率；不能产生正弦波振荡的，说明其原因。

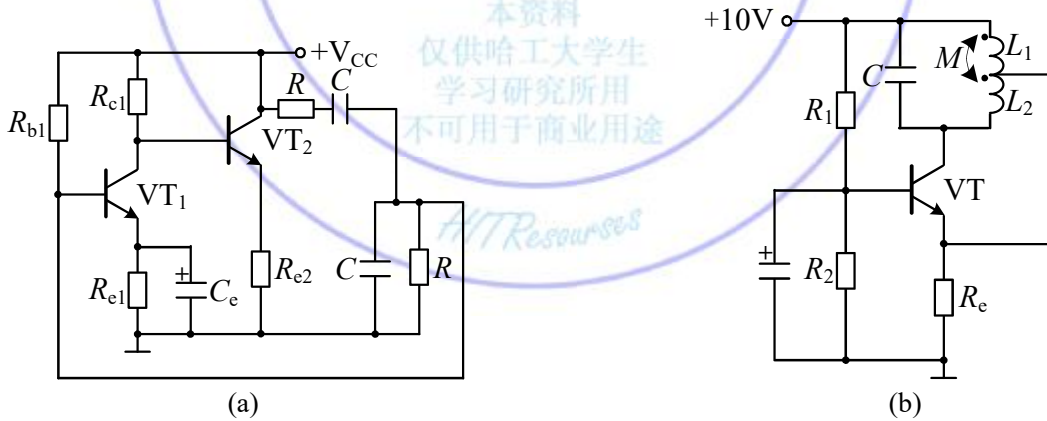


图 7

得分

七、(8分) 图8电路中晶体管  $VT_1$  和  $VT_2$  的  $\beta_1=\beta_2=\beta$ ,  $r_{be1}=r_{be2}=r_{be}$ , 电容  $C$  足够大。

1. 分别画出  $VT_2$  对应的中频半边差模、半边共模微变等效电路；
2. 求中频时  $\Delta u_1$  和  $\Delta u_O$  之间的关系式。

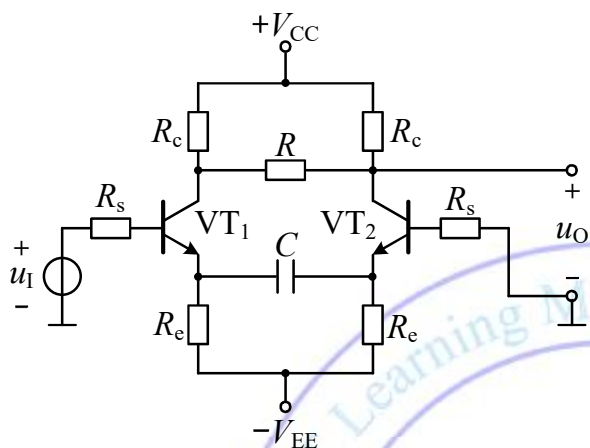
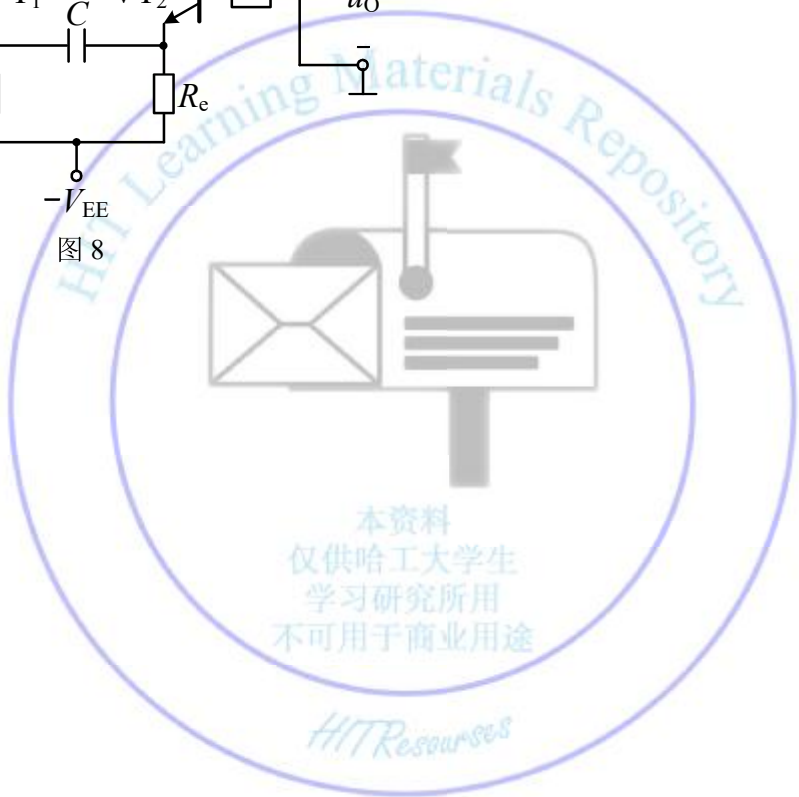


图8



得分

八、(6分) 图9中运放为理想运放，所有的电阻参数均相等。

1. 写出运放  $A_1$ 、 $A_2$  输出电压的差  $u_{O1}-u_{O2}$  与输入信号  $u_1$  之间的关系式；
2. 写出  $u_O$  与  $u_1$  之间的关系式。

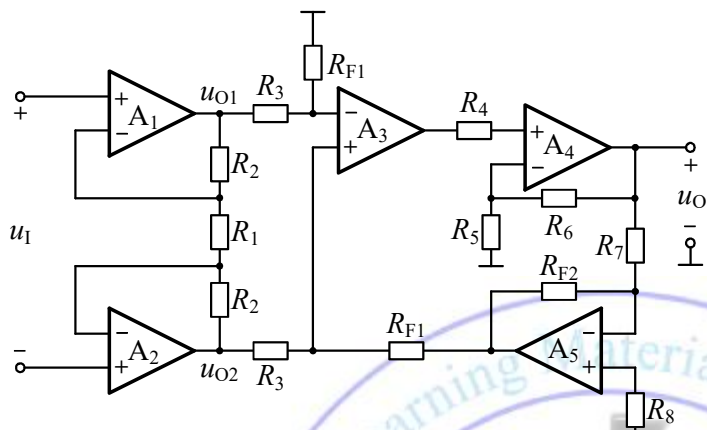
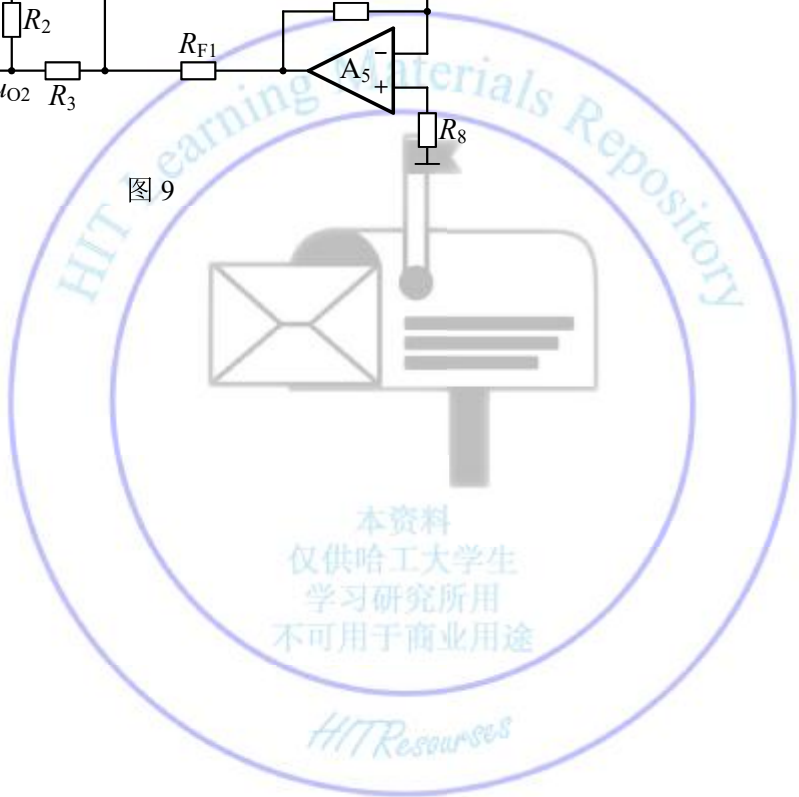


图 9



得分

九、(10分) 图 10 中,  $u_1 > 0$ ; 当  $u_{O2} = +U_Z$  时, 晶体管 VT 饱和导通; 当  $u_{O2} = -U_Z$  时, VT 截止。忽略 VT 的发射结导通压降  $U_{BE}$  和饱和压降  $U_{CES}$ 。  $R_1 = 2R_2$ 。

1. 运放  $A_2$  构成的电路的名称是什么? 画出  $u_{O1}$  和  $u_{O2}$  之间的传输特性曲线。
2. 定性画出  $u_{O1}$  和  $u_{O2}$  随时间变化的曲线 (假设初始时刻,  $u_{O1}(0) = 0$ ,  $u_{O2}(0) = +U_Z$ )。
3. 写出  $u_{O1}$  和  $u_{O2}$  的频率  $f$  与输入信号  $u_1$  的关系式。

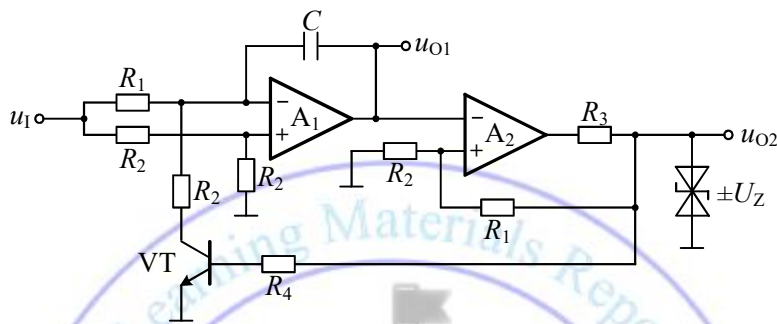


图 10



哈工大 2012年 春季学期

# 模拟电子技术基础 试题 (A)

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
分数									

注意  
行为  
规范

遵守  
考场  
纪律

主管  
领导  
审核  
签字

得分

## 一、选择与填空 (6分)

1、图 1-1 中，电路\_\_\_\_\_中的晶体管能够取得合适的静态工作点。(可以多选)

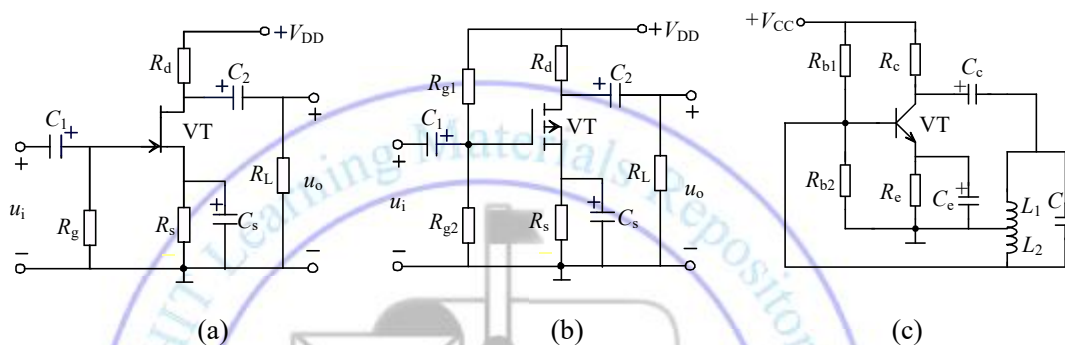


图 1-1

2、图 1-2 中，电路\_\_\_\_\_适合作为一阶有源低通滤波器。(可以多选)

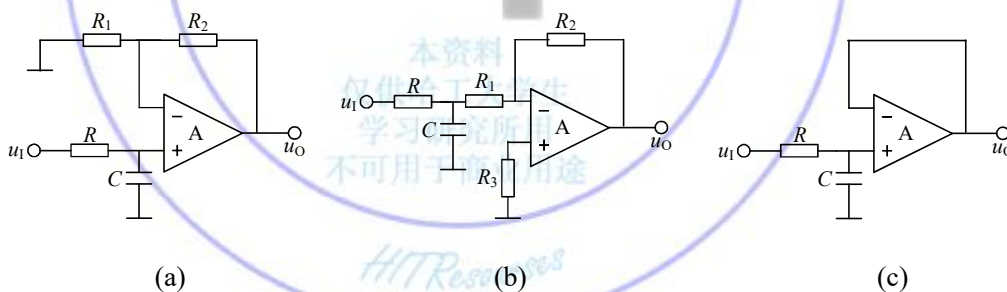


图 1-2

3、负反馈能改善放大电路的性能，为了稳定输出电压，应采用\_\_\_\_\_型负反馈；如果输入为电流源信号，宜采用\_\_\_\_\_型负反馈。

4、考察滞回比较器和窗口比较器的电压传输特性曲线，当输入电压单调变化时，滞回比较器的输出电平变化\_\_\_\_\_次，窗口比较器的输出电平变化\_\_\_\_\_次。

得分

二、基本放大电路如图 2 所示。静态时晶体管发射结导通压降为  $U_{BEQ}$ ，二极管 VD 的正向导通压降为  $U_D$ ；动态时晶体管输入电阻为  $r_{be}$ ，二极管动态电阻为  $r_d$ 。

- 1、计算静态工作点  $I_{BQ}$ 、 $I_{CQ}$ 、 $U_{CEQ}$ ，写出表达式；
- 2、画出微变等效电路；
- 3、写出中频电压放大倍数  $A_u$ 、输入电阻  $R_i$ 、输出电阻  $R_o$  的表达式；
- 4、若观察到输出电压出现了顶部失真，试判断失真类型。（10 分）

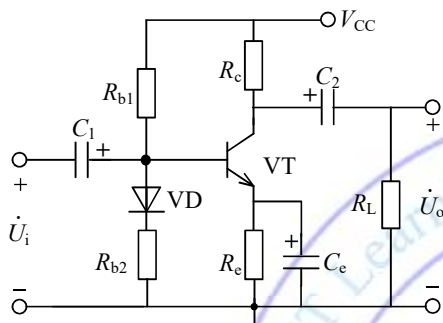
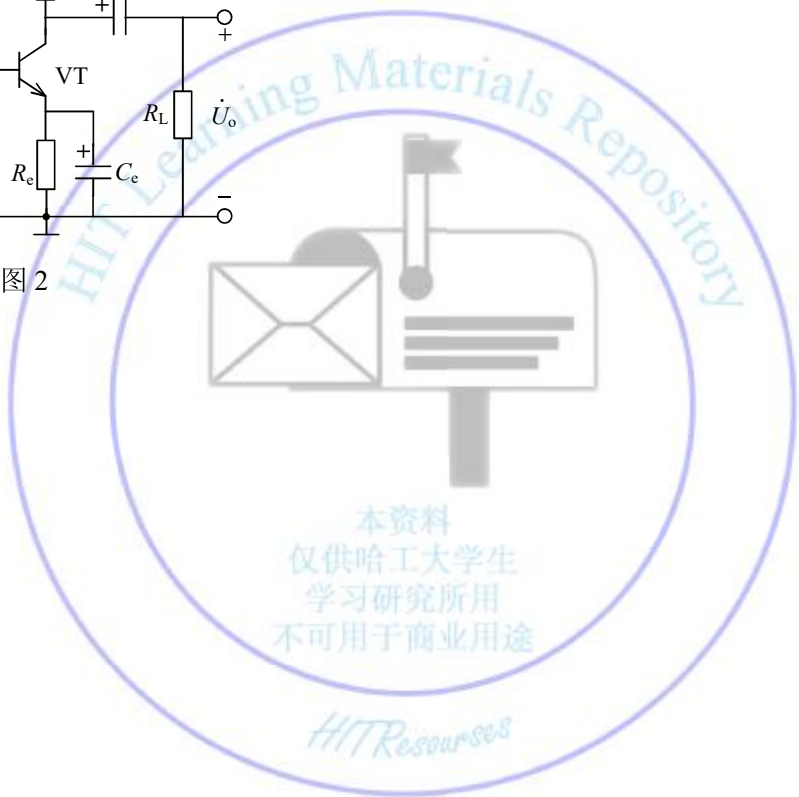


图 2



得分

三、简答题（共 15 分）

1、功率放大电路如图 3-1 所示，其中  $V_{CC}=15V$ ， $R_L=10\Omega$ 。试估算输出电压最大幅度  $U_{omax}$ 、输出功率最大值  $P_{omax}$ 、功率管  $VT_1$  或  $VT_2$  所承受的最大管压降  $u_{CEmax}$ 。

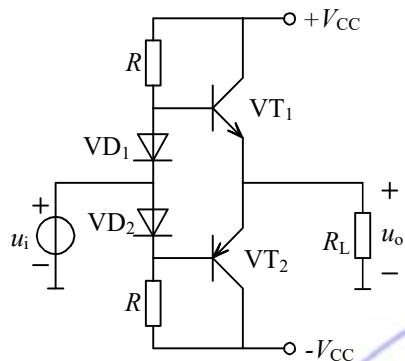


图 3-1

2、电路如图 3-2 所示， $R$ 、 $C$  为已知参数。

(1) 从相位平衡条件判断，该电路能否产生正弦波振荡？若不能，如何修改电路使之产生正弦波振荡？

(2) 若要该电路（或改正后的电路）产生的正弦波频率为  $\frac{1}{2\pi RC}$ ， $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  应该分别为多大？

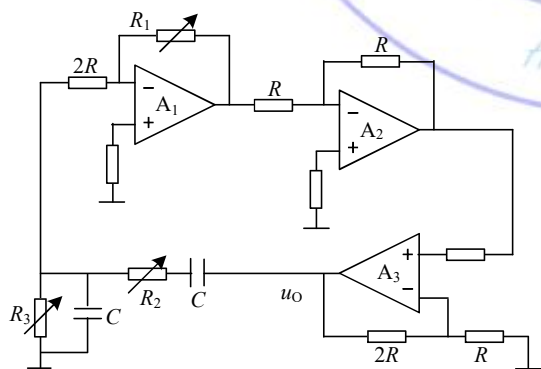


图 3-2



3、电路如图 3-3 所示，试回答以下问题：

- (1) 虚线框 I、II 中电路分别实现何种滤波特性？
- (2) 从电路结构来看，图 3-3 电路整体能够实现哪种滤波特性？
- (3) 要实现上述滤波特性，对电路参数有何要求？（要求通带放大倍数幅值相等）

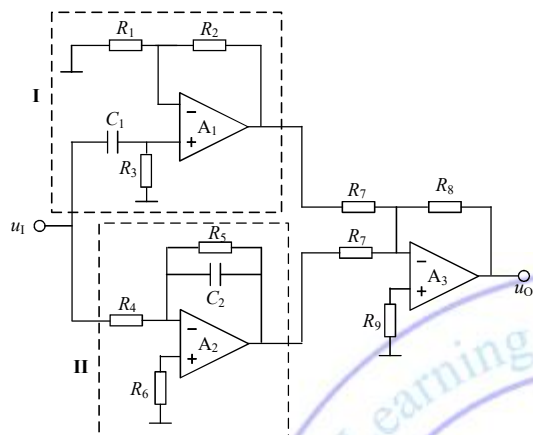


图 3-3

得分

四、稳压电路如图 4 所示，已知输入电压  $U_1=35V$ ，CW317 调整端电流可忽略不计，输出端与调整端之间的电压  $U_{21}=1.25V$ 。要求引脚 2 的输出电流大于  $5mA$ 、输入端与输出端之间的电压  $U_{32}$  的范围为  $3V\sim 40V$ 。

- 1、根据  $U_1$  确定作为该电路性能指标的输出电压的最大值；
- 2、求解  $R_1$  的最大值；
- 3、若  $R_1=200\Omega$ ，输出电压最大值为  $25V$ ，则  $R_2$  的取值最大为多少？
- 4、该电路中 CW317 输入端与输出端之间承受的最大电压为多少？（8 分）

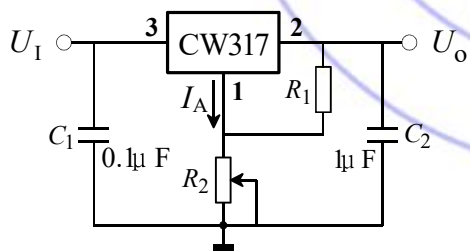


图 4

得分

五、图 5 所示为差分放大电路，晶体管电流放大倍数均为  $\beta$ ，动态输入电阻均为  $r_{be}$ 。

- 1、分别画出差模、共模半边微变等效电路；
- 2、求差模电压放大倍数  $A_{ud} = \frac{u_o}{u_{i1} - u_{i2}}$ ；
- 3、求单端输出和双端输出时的共模抑制比  $K_{CMR}$ 。（10 分）

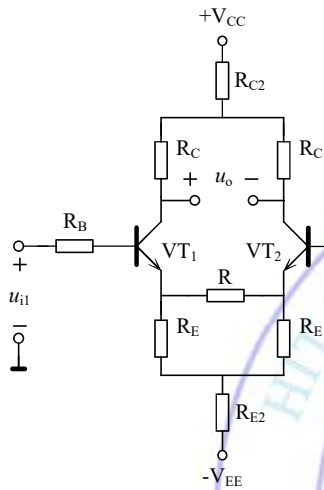
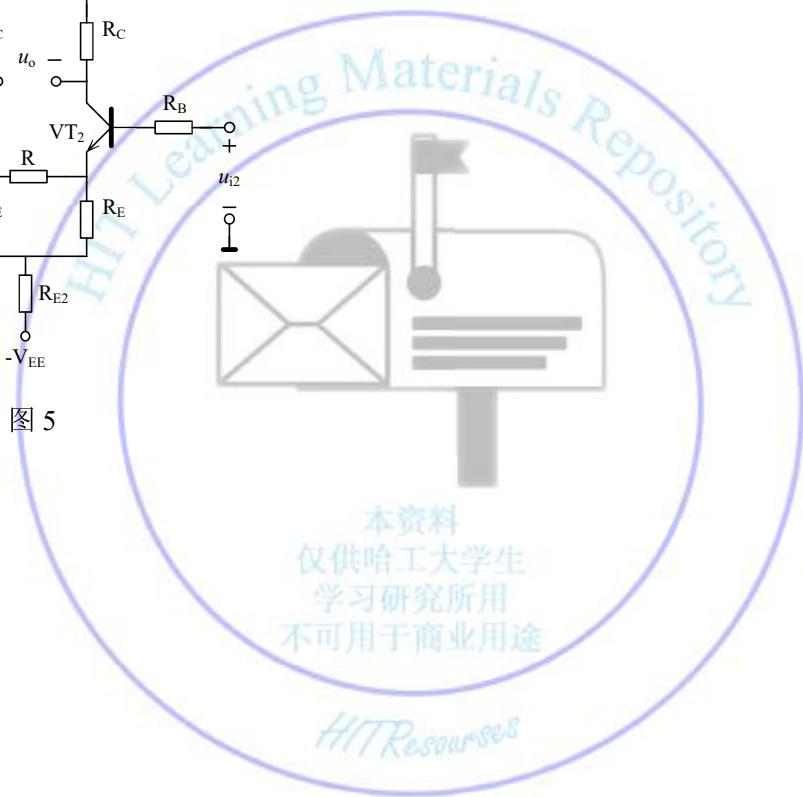


图 5



得分

六、电路如图 6 所示。

- 1、指出电路的名称；
- 2、写出  $u_{o1}$ 、 $u_{o2}$  与  $u_i$  之间的关系表达式；
- 3、写出  $u_o$  与  $u_{o1}$ 、 $u_{o2}$  和  $U_{REF}$  之间的关系表达式。（6 分）

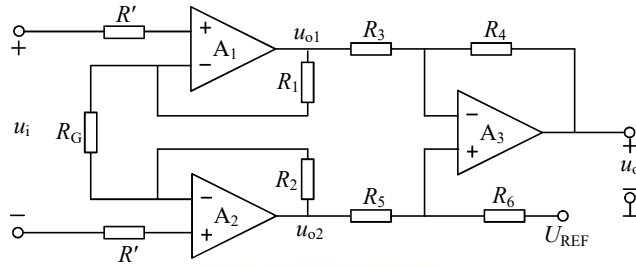
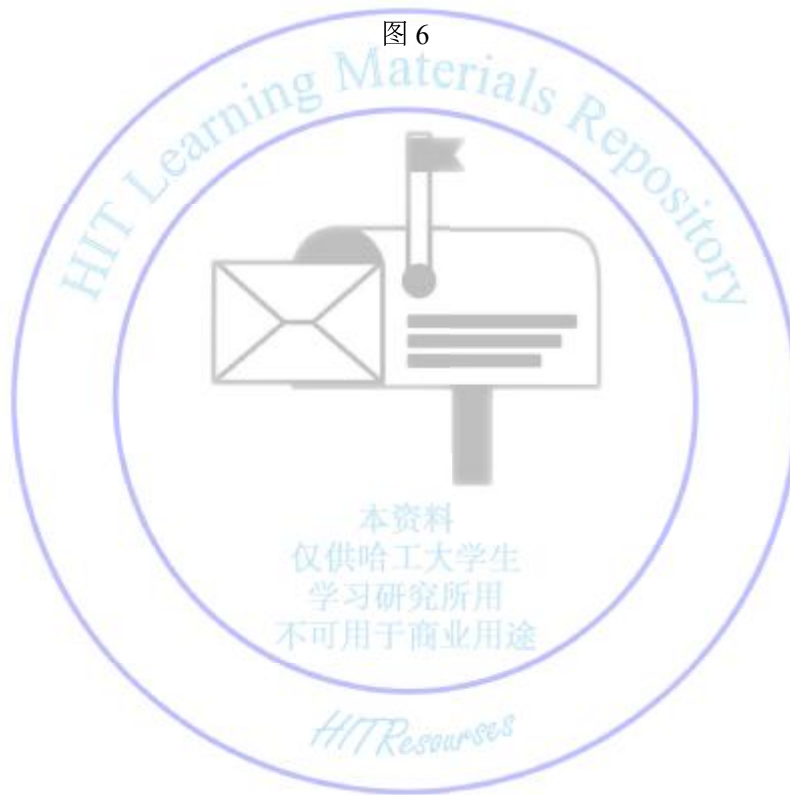


图 6



得分

七、某放大电路的电压放大倍数的频率特性表达式为

$$\dot{A}_u = \frac{-10^4 jf}{\left(1 + j\frac{f}{10}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^3}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^5}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^6}\right)}$$

- 1、求中频电压放大倍数  $\dot{A}_{um}$ 、上限截止频率  $f_H$ 、下限截止频率  $f_L$ ；
- 2、在图 7 所示对数坐标中画出  $\dot{A}_u$  的幅频特性波特图，并标明上升和下降的斜率；
- 3、将该放大电路接为负反馈放大电路，设反馈系数  $\dot{F} = -0.1$ ，其中环路增益  $\dot{A}\dot{F}$  的相频特性波特图如图 7 所示，请判断该负反馈放大电路是否会产生自激振荡；
- 4、若产生自激，则求  $\dot{F}$  应下降到多少才能使电路到达临界稳定状态；若不产生自激，则说明有多大的相位裕度。（7 分）

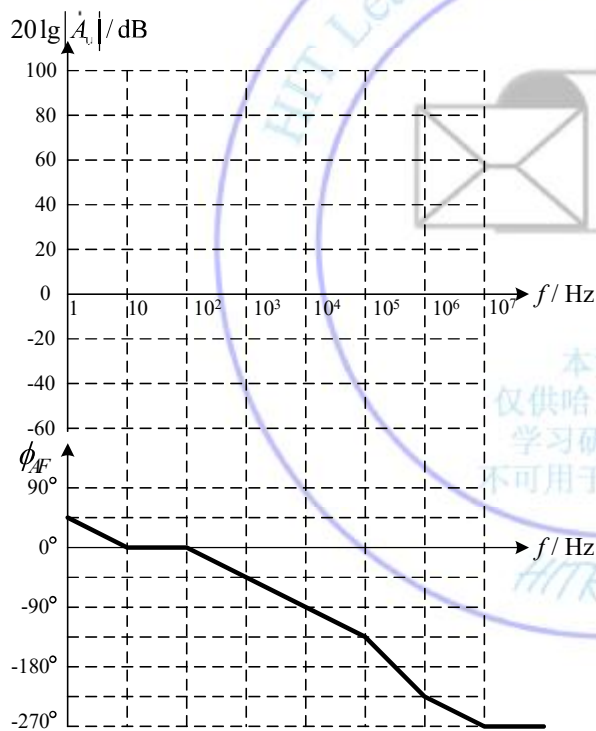
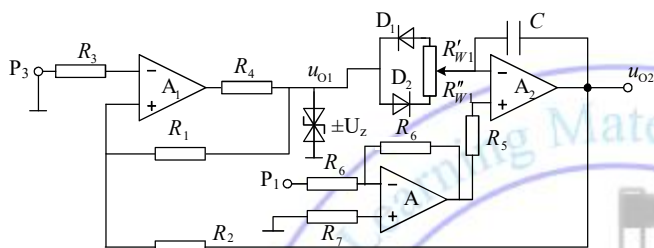


图 7

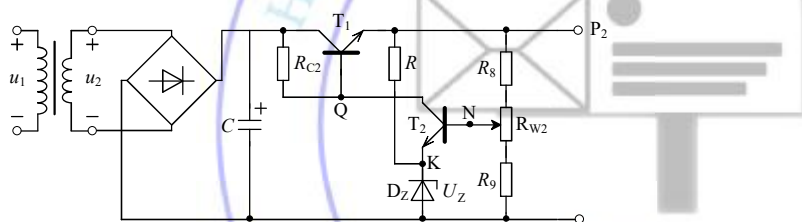
得分

八、压控振荡器电路如图 8(a)所示，设  $A_1$ 、 $A_2$  为理想运算放大器， $D_1$ 、 $D_2$  为理想二极管， $P_1$  点输入直流电压  $0 < U_{P1} < U_Z$ 。

- 1、画出  $u_{O1}$ 、 $u_{O2}$  的波形(初始状态  $u_{O2}=0$ ,  $u_{O1}=+U_Z$ )；
- 2、推导  $u_{O2}$  幅值以及周期  $T$  的表达式；
- 3、图 8(b)为一直流稳压电路，设  $P_2$  点输出直流电压  $U_{P2} > 0$ 。若  $R_{W1}' = R_{W1}''$ ，将  $P_1$  与  $P_2$  相连接，待电路稳定后，缓慢将  $R_{W2}$  滑动端从下向上滑动，定性说明输出信号  $u_{O2}$  会发生什么变化；
- 4、若将  $P_1$  接地，而将  $P_3$  改与  $P_2$  相连接，待电路稳定后，缓慢将  $R_{W2}$  滑动端从下向上滑动，定性说明输出信号  $u_{O2}$  又会发生什么变化。(8分)



(a)



(b)

图 8

本资料  
 仅供哈工大学生  
 学习研究所用  
 不可用于商业用途

HIT Resources

哈工大 2013年 春季学期

# 模拟电子技术基础试题 (A)

班号	
学号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
分数									

得分

## 一、选择与填空 (共 7 分)

1. 图 1-1 中，\_\_\_\_\_是 P 沟道耗尽型 MOSFET 的特性曲线；  
\_\_\_\_\_是 N 沟道 JFET 的特性曲线。

注意行为规范

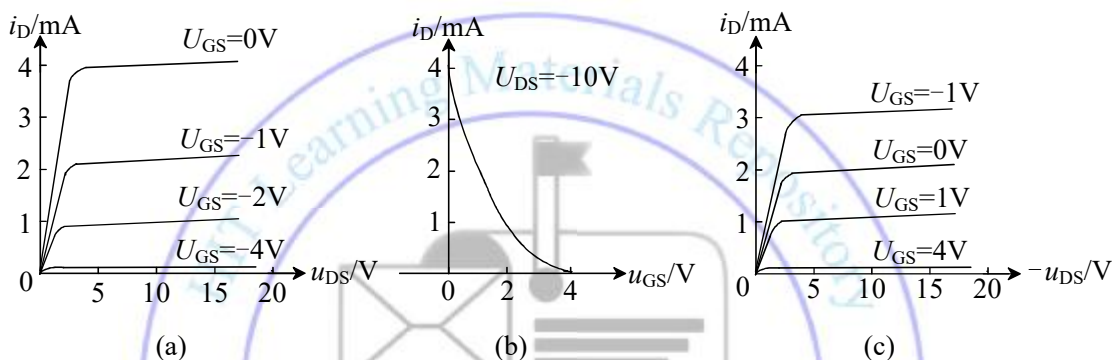


图 1-1

遵守考场纪律

2. 电路如图 1-2 所示， $u_1$  为输入信号，则  $u_{O1}$  是\_\_\_\_\_滤波输出， $u_{O2}$  是\_\_\_\_\_滤波输出。(a. 二阶低通；b. 二阶高通；c. 二阶带通；d. 二阶带阻)

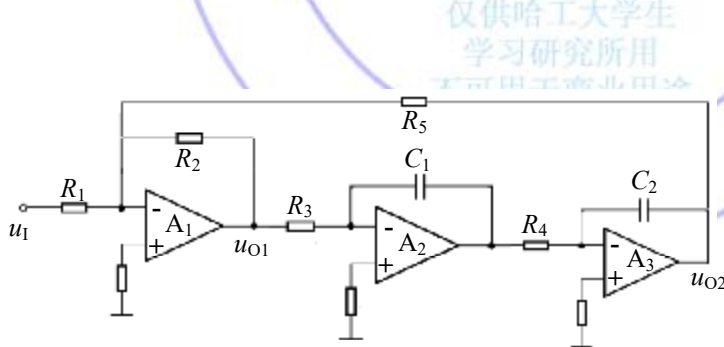


图 1-2

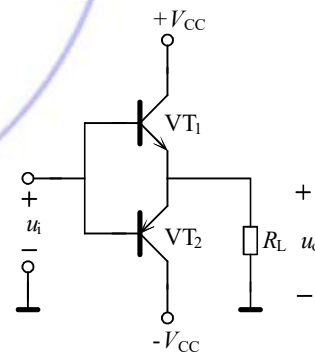


图 1-3

3. 在图 1-3 的功放电路中，已知  $V_{CC}=12V$ ， $R_L=8\Omega$ 。 $u_i$  为正弦电压，在  $U_{CE(sat)}=0$  的情况下，负载上可能得到的最大输出功率是\_\_\_\_\_。

4. 要稳定放大电路的输出电压，应采用\_\_\_\_\_负反馈；要减小放大电路的输入电阻，应采用\_\_\_\_\_负反馈。

主管领导审核签字

得分

二、电路如图 2 所示，已知  $V_{CC}=15V$ ， $R_{b1}=60k\Omega$ 、 $R_{b2}=20k\Omega$ 、 $R_c=3k\Omega$ 、 $R_e=2k\Omega$ 、 $R_L=3k\Omega$ ，电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_b$  和  $C_e$  都足够大，晶体管  $T_1$  和  $T_2$  的  $U_{BE}$  均为  $0.7V$ ， $\beta$  均为  $60$ ， $r_{bb'}$  均为  $300\Omega$ 。

1. 计算电路的静态工作点  $I_{B1}$ 、 $I_{C1}$ 、 $I_{B2}$ 、 $I_{C2}$ ；
2. 画出完整的微变等效电路；
3. 计算中频电压放大倍数  $\dot{A}_u$ 、输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ 。（13 分）

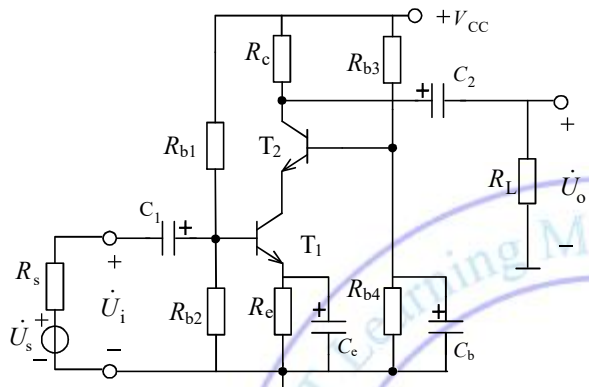
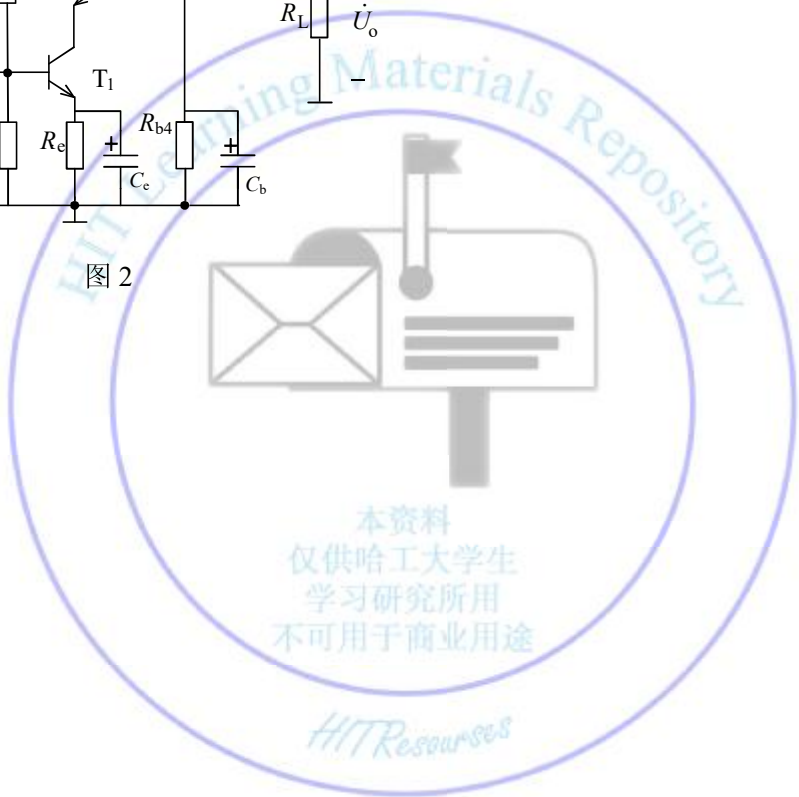


图 2





得分

三、电路如图 3 所示，已知  $V_{CC}=V_{EE}=15V$ ， $R=20k\Omega$ 、 $R_S=1k\Omega$ 、 $R_C=20k\Omega$ 、 $R_e=5.3k\Omega$ ，稳压管  $VD_Z$  的稳压电压  $U_Z=6V$ ，晶体管  $VT_1$ 、 $VT_2$  和  $VT_3$  的  $U_{BE}$  均为  $0.7V$ ， $\beta$  均为  $100$ ， $r_{bb}$  均为  $300\Omega$ 。

1. 计算晶体管  $VT_1$  的静态工作点  $I_{C1}$ 、 $U_{CE1}$ ；
2. 计算差模电压放大倍数  $A_{ud} = \frac{u_o}{u_{i1}-u_{i2}}$ ；
3. 已知  $u_{i1}=5V$ 、 $u_{i2}=4.9V$ ，共模抑制比  $K_{CMR}=60dB$  且共模放大倍数  $A_{uc}>0$ ，求  $u_o$ 。（8 分）

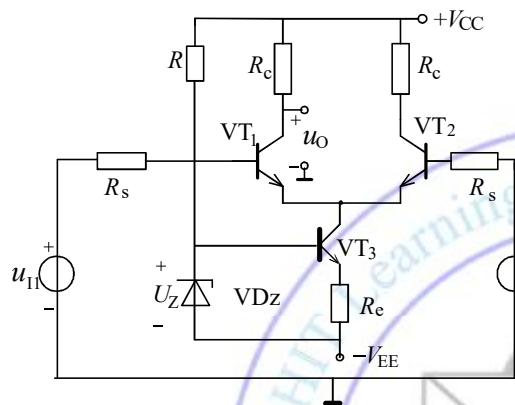


图 3

本资料  
 仅供哈工大学生  
 学习研究所用  
 不可用于商业用途

HIT Resources

得分

四、简答题（共 10 分）

1. 图 4-1 所示电路中， $C_e$ 、 $C_b$  的容量足够大，试问电路有没有可能产生正弦波振荡？若能够振荡，请写出振荡频率表达式；若不可能振荡，请加以修改，并写出振荡频率表达式。（6 分）

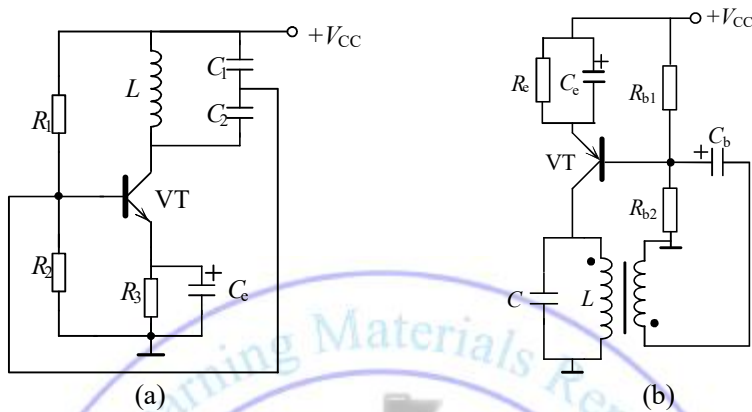


图 4-1

2. 图 4-2 电路能引入几种组态的级间交流负反馈？指出每种连接方法（说明①~⑥节点之间的连接关系即可）。（4 分）

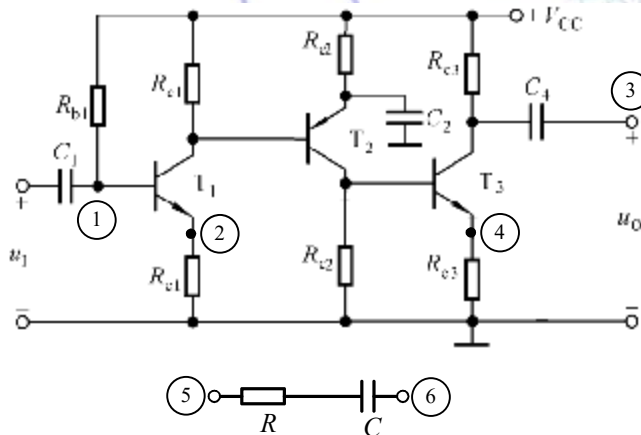


图 4-2

得分

五、分析下面运放构成的电路。(共 8 分)

1. 电路如图 5-1 所示，图中  $A_1$ 、 $A_2$  均为理想运算放大器。推导  $u_o$  与  $u_{i1}$ 、 $u_{i2}$  之间的关系式。(4 分)

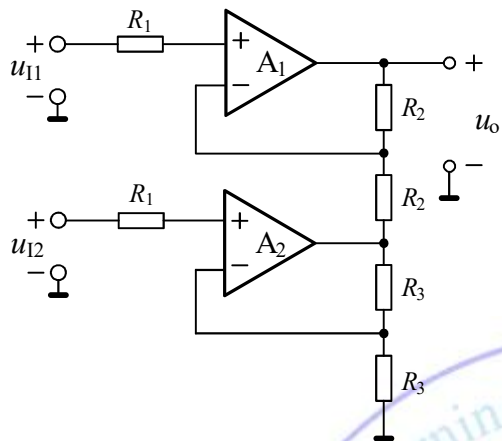


图 5-1

2. 电路如图 5-2 所示， $A_1$ 、 $A_2$  为理想运算放大器，VD 为理想二极管，模拟乘法器的系数  $K > 0$ 。

- (1) 为实现信号的运算，电路中  $u_1$  的允许输入范围是什么？
- (2) 推导  $u_o$  和  $u_1$  之间的关系式。(4 分)

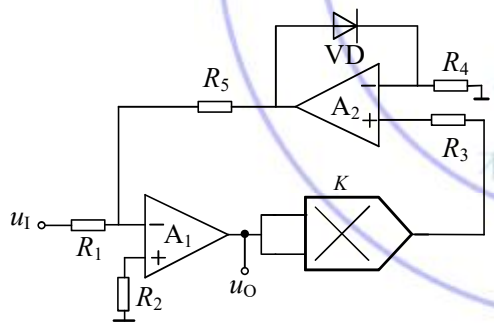


图 5-2

得分

六、电路如图 6 所示。输入电压为  $U_I$ ，输出电流为  $I_L$ ，稳压管稳定电压为  $U_Z$ ，反向击穿时稳压管电流为  $I_Z$ 。

1. 推导限流电阻  $R$  的上下限  $R_{\max}$  和  $R_{\min}$  关于  $U_{I\max}$ 、 $U_{I\min}$ 、 $I_{L\max}$ 、 $I_{L\min}$ 、 $I_{Z\max}$ 、 $I_{Z\min}$  的表达式；

2. 假设  $U_{I\max}=33\text{V}$ ， $U_{I\min}=27\text{V}$ ； $I_{L\max}=20\text{mA}$ ， $I_{L\min}=5\text{mA}$ 。若要在  $U_O$  处获得  $12\text{V}$  的稳定电压，在选择稳压管时，下面的两个稳压管能否满足应用的要求？并请说明理由。

稳压管 1：  $U_Z=12\text{V}$ 、 $I_{Z\min}=5\text{mA}$ 、 $I_{Z\max}=15\text{mA}$ ；

稳压管 2：  $U_Z=12\text{V}$ 、 $I_{Z\min}=5\text{mA}$ 、 $I_{Z\max}=40\text{mA}$ 。(6 分)

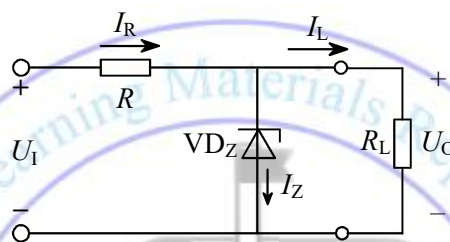


图 6

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

得分

七、方波-三角波发生电路如图 7 所示。试回答：

1. 调节电位器  $R_p$ ，使滑动端上移，输出电压  $u_o$  的幅值和频率将如何变化？
2. 调节电位器  $R_p$ ，所能获得的最大频率  $f_{\max}$  为多少？
3. 不改变三角波幅值而使输出频率  $f=10f_{\max}$ ，电路元件的参数如何调整？
4. 若要求三角波和方波幅值相同， $R_1$  应为多大？
5. 若运放  $A_1$  的反相端改接参考电压  $U_{REF}>0$ ，则方波和三角波的波形有何变化？(12 分)

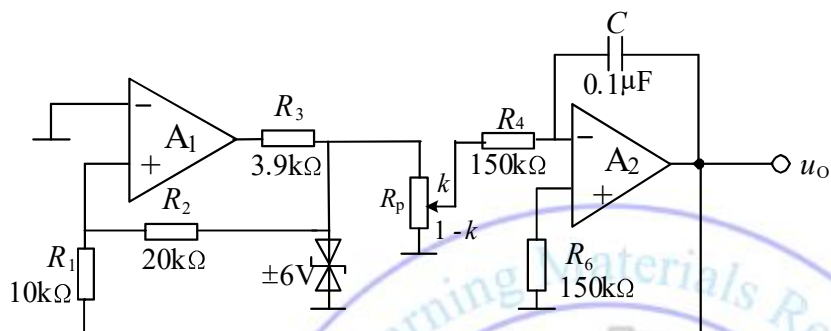
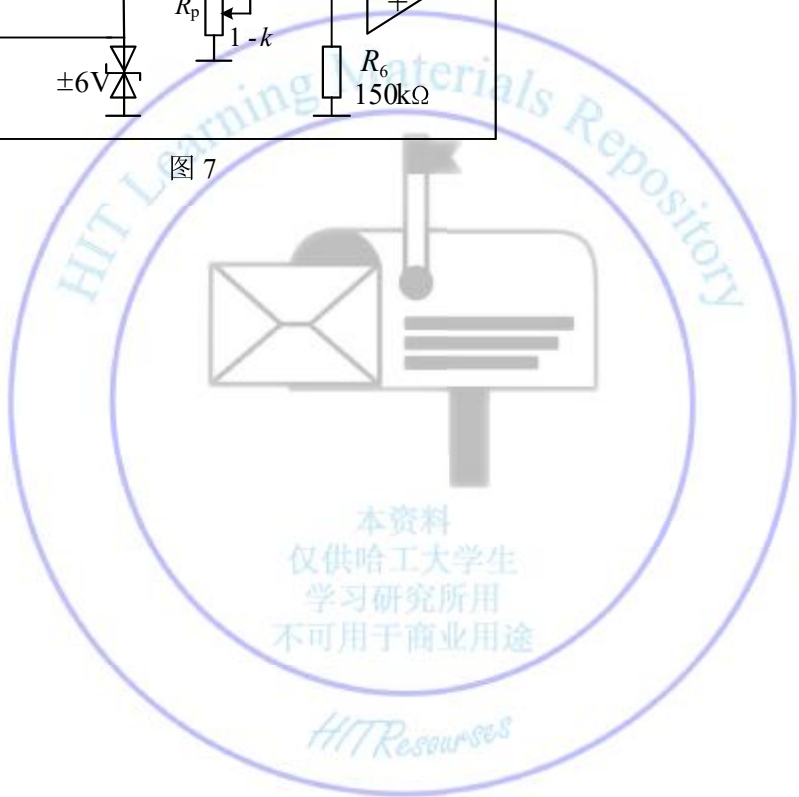


图 7



得分

八、电路如图 8 所示。电路(a)中， $R_w=2R_1$ ；电路(b)的输入已知为  $U_1$ ，电感  $L$ 、电容  $C_2$  足够大。

1. 电路(a)的名称是什么？
2. 电路(b)中二极管 VD 的作用是什么？晶体管 VT 工作在什么状态？
3. 若将电路(a)的输出信号  $u_{O1}$  接电路(b)的  $u_B$ ，求电路(b)输出电压  $U_O$  的平均值  $U_{O(AV)}$  的取值范围？（忽略 VT 的饱和压降）(6 分)

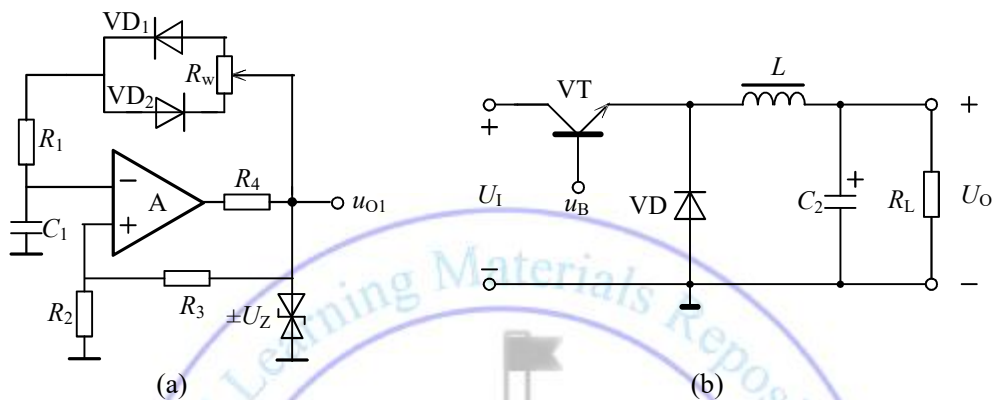
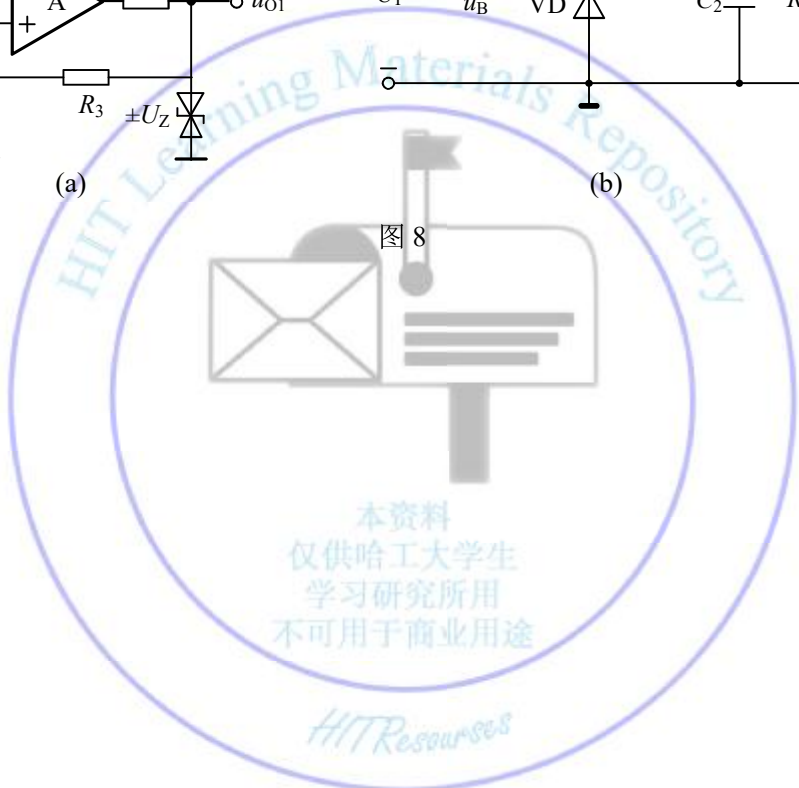


图 8



本资料  
 仅供哈工大学生  
 学习研究所用  
 不可用于商业用途

HIT Resources

哈工大 2014年 春季学期

# 模拟电子技术 试 题(A)

班级	
学号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	平时	总分
分数										
评卷人										

注意  
行为  
规范

遵守  
考场  
纪律

主管  
领导  
审核  
签字

一、填空（12分）

1. 某放大电路的幅频特性曲线如图 1 所示，已知  $A_u$  在中频段的相移为  $-180^\circ$ ，电路的中频电压增益为\_\_\_\_\_ dB，下限截止频率为\_\_\_\_\_ Hz，电压增益  $A_u$  的频率特性表达式为\_\_\_\_\_。

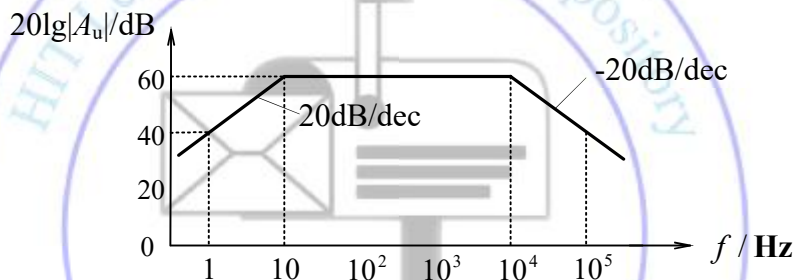


图 1

2. 某场效应管的输出与转移特性曲线如图 2 所示，说明该管为\_\_\_\_\_沟道\_\_\_\_\_型场效应管。

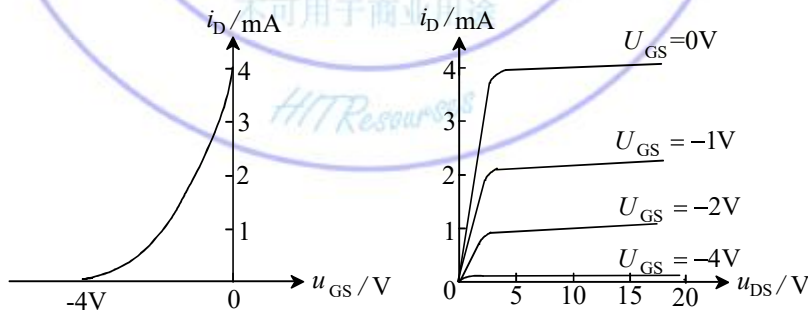


图 2

3. 图 3 所示电路中， $A_1$ 、 $A_2$  为理想运放，晶体管 VT 的  $U_{BE}=0.7V$ ，则晶体管发射极电压  $u_E=_____$ ，集电极电压  $u_C=_____$ ；若  $u_o=200mV$ ，则晶体管 VT 的电流放大系数  $\beta=_____$ 。



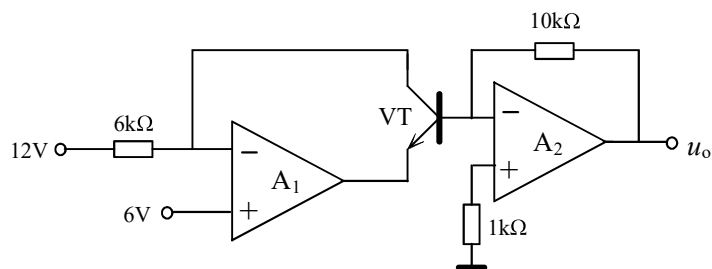


图 3

4. 电路如图 4 所示， $u_i$  为正弦电压，集成运放的最大输出电压为  $\pm 8V$ ，最大输出电流为  $\pm 20mA$ ， $VD_1$  和  $VD_2$  的管压降为  $0.7V$ ， $VT_1$  和  $VT_2$  的  $|U_{BE}| = 0.7V$ ，饱和压降  $|U_{CES}| = 2V$ ，则最大不失真输出功率为 \_\_\_\_\_ W；为使负载得到最大的输出电流， $VT_1$  和  $VT_2$  的  $\beta$  值应不低于 \_\_\_\_\_。

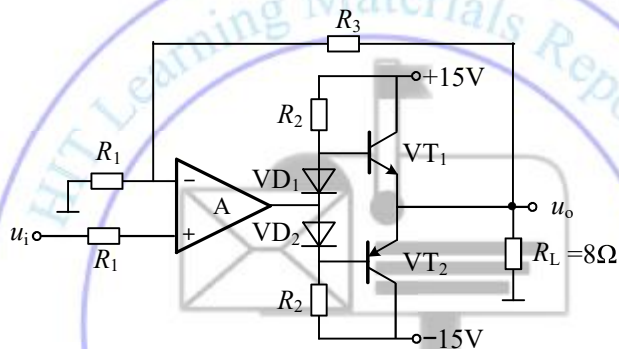


图 4

5. 图 5 所示电路是 \_\_\_\_\_（低通、高通、带通、带阻）滤波器，其截止频率  $f_p$  为 \_\_\_\_\_。

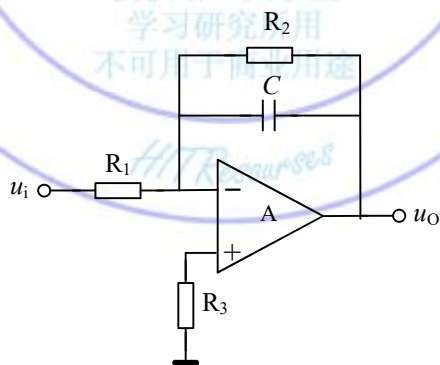


图 5

得分

二、(8分)图6所示电路中,运放 $A_1\sim A_3$ 为理想运放,输入电压 $u_1$ 在 $100\sim 500\text{mV}$ 范围内变化。 $R_1 = R = 10\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 12\text{k}\Omega$ 。

1. 写出 $u_o$ 与 $u_1$ 的关系表达式。
2. 当输入电压 $u_1=200\text{mV}$ 时,  $u_o=-1.8\text{V}$ , 求电阻 $R_2$ 的值。
3. 若集成运放最大输出电流 $I_{OM}=5\text{mA}$ , 计算该电路能带动的最小负载电阻 $R_{L\min}$ 。(  $R_3$  的分流作用可以忽略)

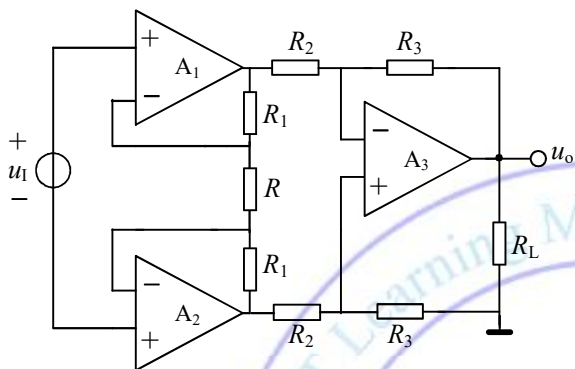


图6

得分

三、(6分)由集成运放A和晶体管 $VT_1$ 、 $VT_2$ 组成的反馈放大电路如图7所示,若电路引入级间负反馈,请标出A的输入端符号;该反馈属于何种组态;在深度负反馈条件下,其闭环电压放大倍数 $A_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 为多少?

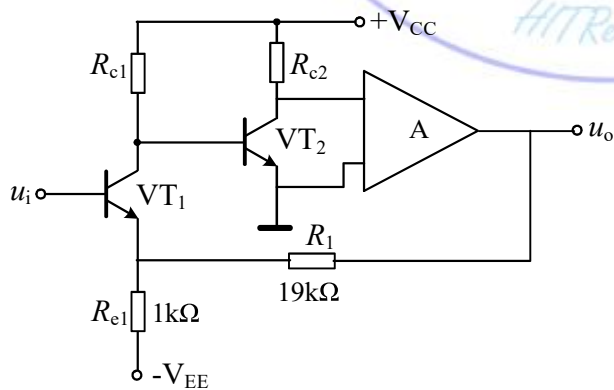


图7

得分

四、(8分)

1. 将图 8 合理连线，组成 RC 桥式正弦波振荡电路。

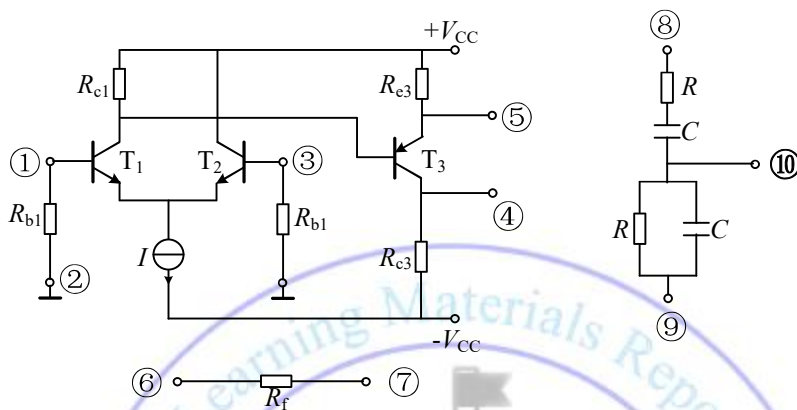


图 8

2. 用相位平衡条件判断图 9(a)和(b)中电路能否产生正弦波振荡？如果能产生振荡，写出振荡频率  $f = ?$ ，如果不能振荡，简要说明原因。(设电路中  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  的容量足够大)

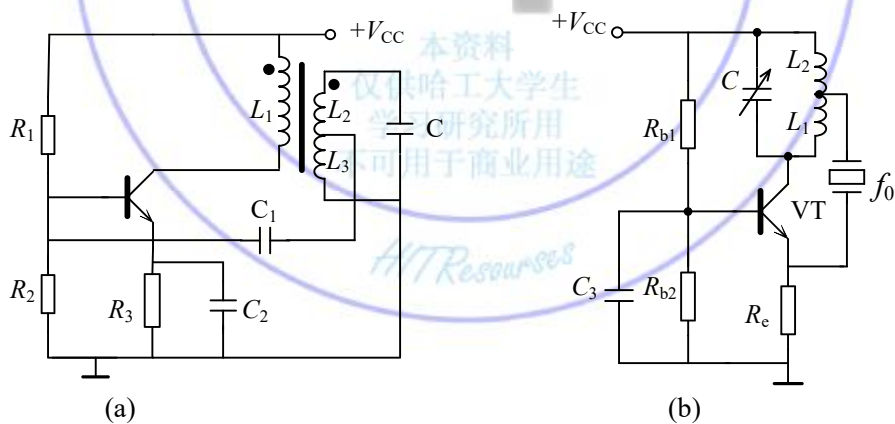


图 9

得分
----

五、(10分)放大电路如图10所示，已知晶体管的电流放大系数  $\beta=100$ ， $U_{BE}=0.7V$ ， $r_{bb'}=300\Omega$ ； $R_b=100k\Omega$ ， $R_{c1}=6.2k\Omega$ ， $R_{c2}=15k\Omega$ ， $R_{L2}=470\Omega$ 。试求：

1. 计算电路的静态工作点；
2. 计算输入电阻  $R_i$ ；
3. 若  $\left| \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} \right| = \left| \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_i} \right|$ ，试确定  $R_{L1}$  的大小。

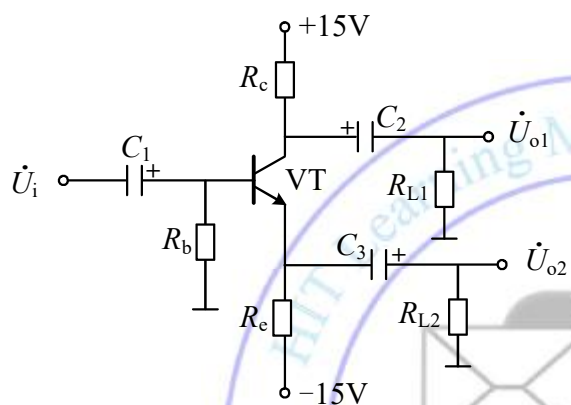
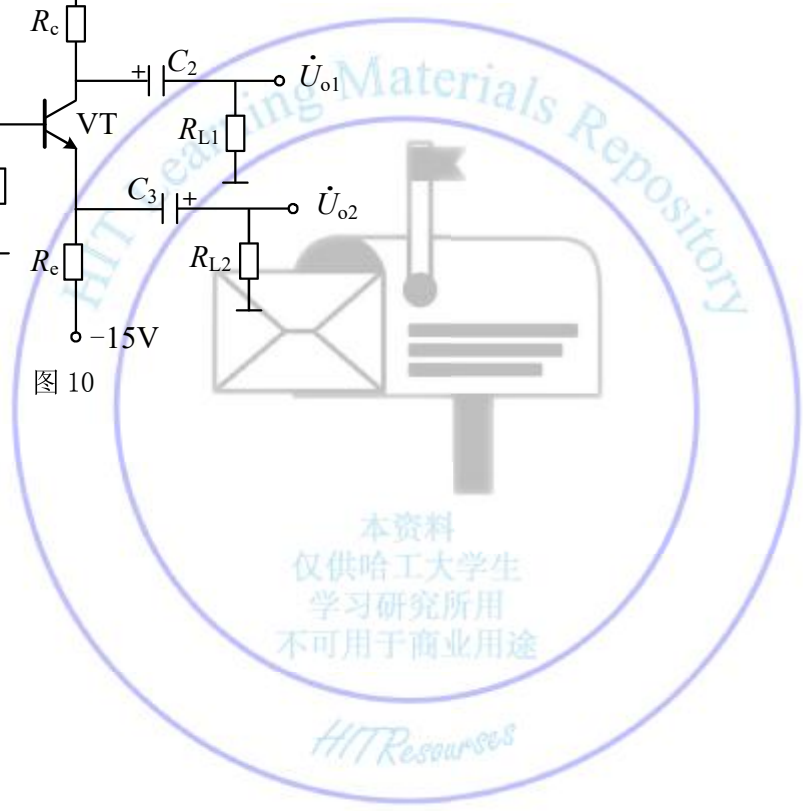


图 10



得分

六、(8分) 电路如图 11 所示，已知  $R_1 = 10\text{k}\Omega$ ， $R_2 = 100\text{k}\Omega$ ， $R_p = 10\text{k}\Omega$ 。

1. 写出  $u_o$  与  $u_{i1}$ 、 $u_{i2}$  之间的关系表达式。
2. 当  $R_p$  的滑动端在最上端时，若  $u_{i1} = 10\text{mV}$ ， $u_{i2} = 20\text{mV}$ ，则输出  $u_o = ?$
3. 若  $u_o$  的最大幅值为  $\pm 12\text{V}$ ，输入电压  $u_{i1}$  的调节范围为  $0 \sim 20\text{mV}$ ， $u_{i2}$  的调节范围为  $0 \sim 25\text{mV}$ ，为保证  $A_1$  工作在线性区，则  $R_p'$  的最小值为多少？

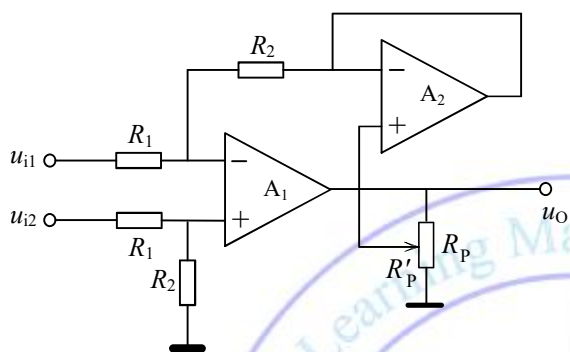
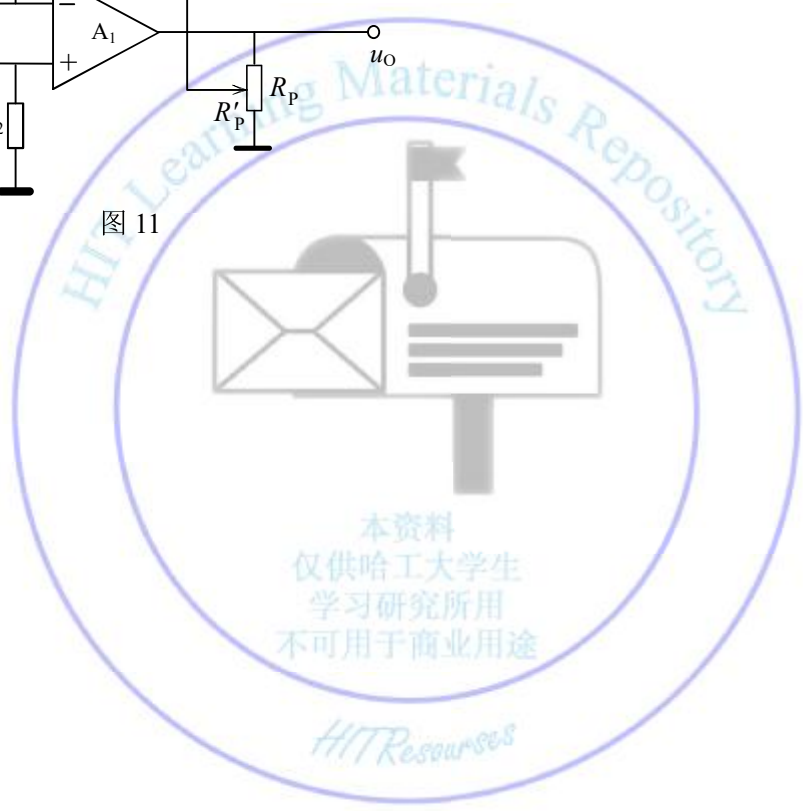


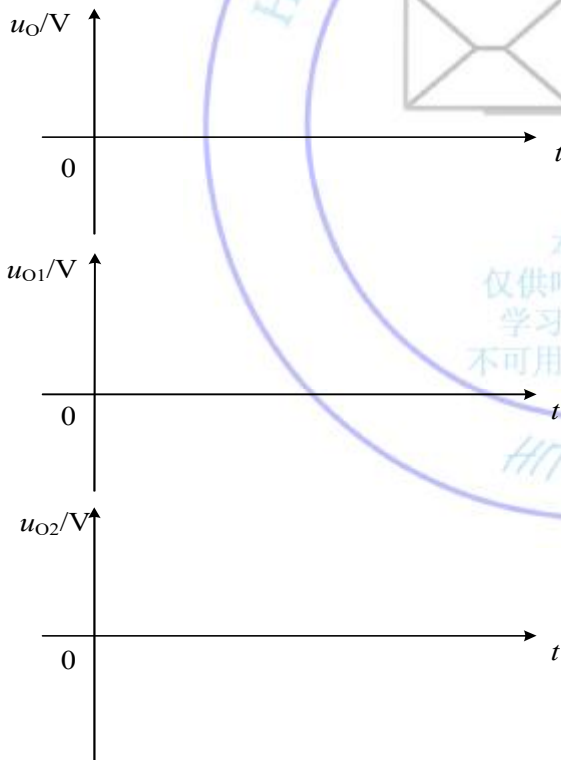
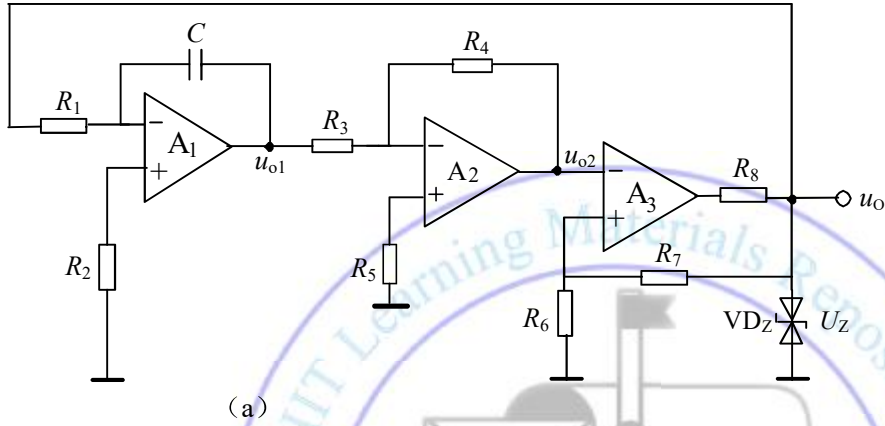
图 11



得分
----

七、(12分) 图 12 (a) 所示电路中,  $A_1, A_2, A_3$  均为理想运放, 运放输出电压的峰值为  $\pm 12V$ ,  $R_1 = R_2 = 50k\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = R_6 = R_7 = 20k\Omega$ ,  $R_5 = 10k\Omega$ ,  $C = 0.02\mu F$ , 双向稳压管  $VD_Z$  的稳压值  $U_Z = \pm 8V$ ,

1. 求解  $u_o$  的频率  $f$  和幅值  $U_{OM}$ , 并求  $u_{o1}$  的峰值  $U_{OM1}$ 。
2. 在图 12(b) 中画出输出电压  $u_o$  与  $u_{o1}, u_{o2}$  的对应波形。(至少画一个周期, 并标注时间轴坐标。)



(b)  
 图 12

得分
----

八、(6分) 电路如图 13 所示，已知晶体管 VT 的  $U_{EB}=0.2V$ ， $R_1 = 1k\Omega$ ， $R_2 = 0.5k\Omega$ ， $R_p = 2k\Omega$ ，计算输出电压  $U_o$  的调节范围。

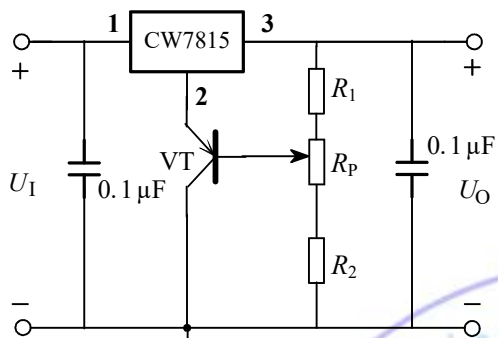
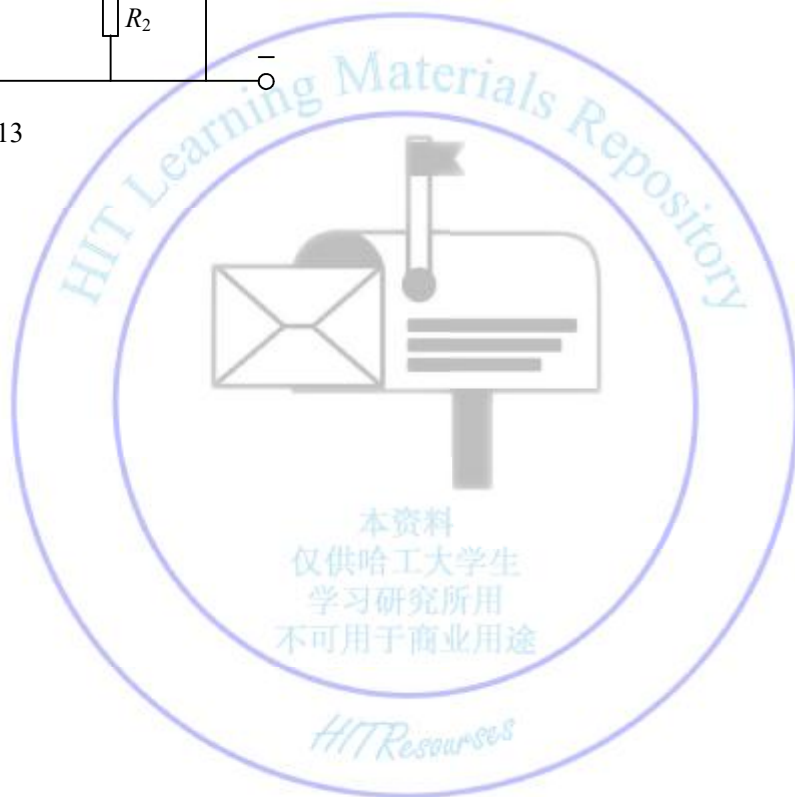


图 13







A. 为正弦波； B. 只有正半周； C. 只有负半周； D. 以上都不对。

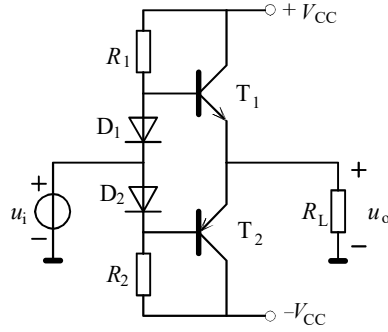


图 1.3

4. 串联型稳压电路如图 1.4 所示，稳压管  $D_Z$  的稳压值  $U_Z=5.3V$ ，调整管  $T_1$  的饱和压降  $U_{CE(sat)}\leq 3V$ ，晶体管  $T_2$  的  $U_{BE}=0.7V$ ，电阻  $R_1=R_2=200\Omega$ 。当  $R_W$  的滑动端在最上端时， $U_O=10V$ ， $R_W$  的值为\_\_\_\_\_；此时输出电压  $U_O$  的调节范围为\_\_\_\_\_。

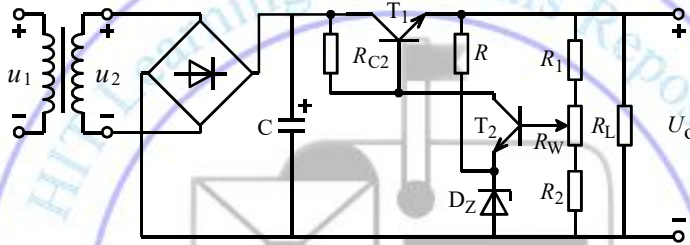


图 1.4

得分

二、(14分)电路如图 2 所示，已知  $R_B = 400k\Omega$ ， $R_C = 7k\Omega$ ， $R_E = 1.3k\Omega$ ， $R_L = 7k\Omega$ ， $\beta = 100$ ， $U_{BE} = 0.7V$ ， $r_{bb'} = 300\Omega$ ，饱和压降  $U_{CES}=0V$ 。设电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_E$  都足够大，回答以下问题：

1. 画出该电路的直流通路和微变等效电路；
2. 计算电路的静态工作点；
3. 计算电压放大倍数  $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ ；输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ ；
4. 简述  $R_E$  和  $C_E$  的作用是什么？
5. 当  $u_i=50mV$  时，输出波形发生失真，请说明是什么失真，产生原因是什么？

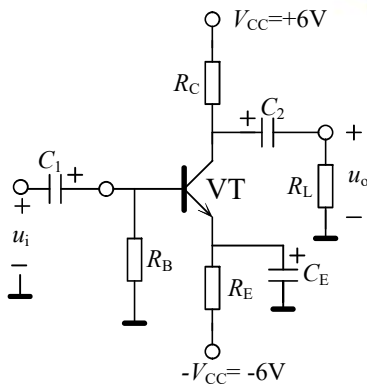


图 2

姓名

学号

院系

密

封

线

得分

三、(8分) 电路如图3所示，已知  $C_1$  的静态电位为  $U_{C1}$ ，晶体管的电流放大倍数为  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ ，输入电阻  $r_{be1} = r_{be2} = r_{be}$ 。求：(1) 当电位器的滑动端居中时，画出差模和共模的左半边微变等效电路；(2) 当  $u_{i1} = 5\text{mV}$ ， $u_{i2} = 3\text{mV}$  时，写出  $u_o$  的表达式，并求出最大值和最小值。

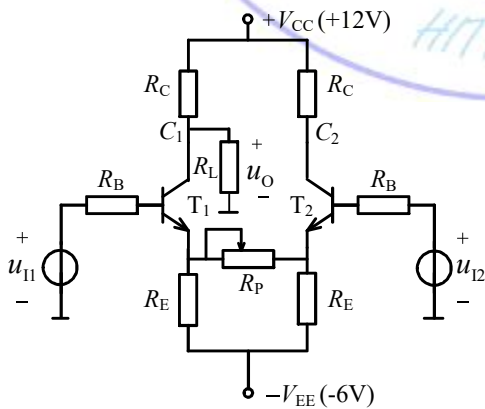


图3



得分

四、(12分) 简答题：

1. (4分) 图 4.1 所示电路，当电位器  $R_w$  的滑动端滑到底部时， $u_{o1} = -u_i$ ， $u_{o2} = 0$ ，当电位器  $R_w$  的滑动端滑动到 midpoint 时， $u_{o1} = u_{o2} = -3/4 u_i$ ，求  $R_1$  和  $R_2$  的值。

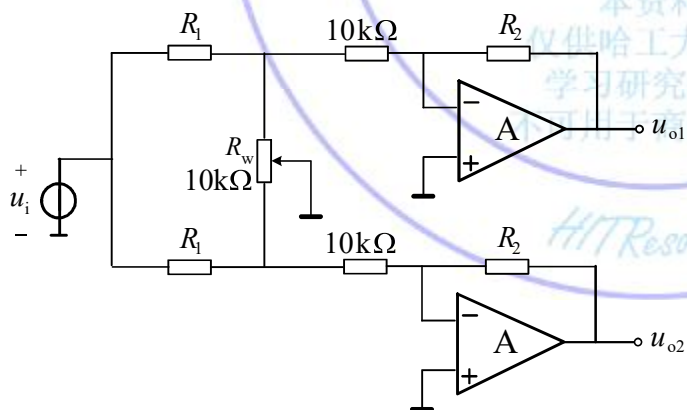


图 4.1

2. (4分) 写出图 4.2 电路的级间反馈类型。

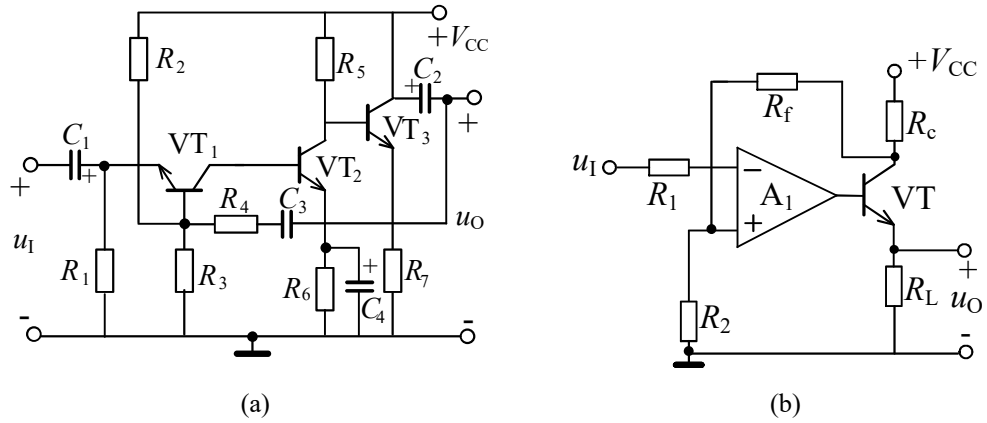


图 4.2

3. (4分) 试用相位平衡条件判断图 4.3 所示电路是否能振荡。若能振荡请写出振荡频率表达式，并指出稳幅振荡时图 4.3(a)中  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $R_1$ 、 $R_f$  应满足的关系式以及图 4.3(b)中  $R_{e1}$  与  $R_f$  应满足的关系式。

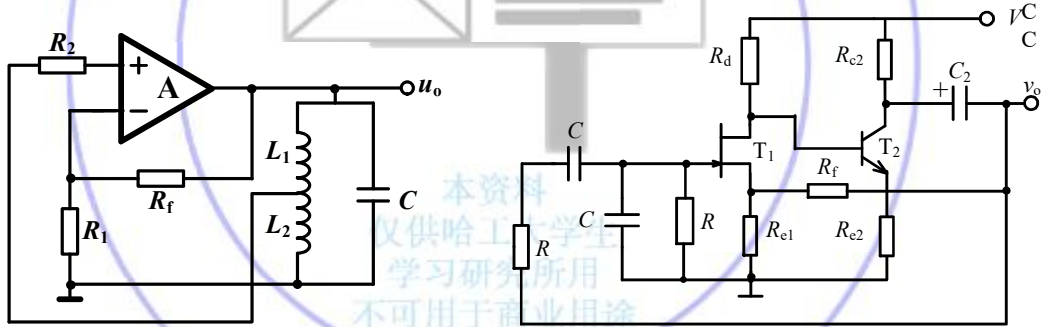


图 4.3(a)

图 4.3(b)

得分

姓名

学号

院系

密

封

线

五、(6分) 电路如图 5 所示，运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性， $K > 0$ ， $U_{REF} < 0$ 。回答以下问题：

1. 若使运算放大器工作在线性区，在图中标出  $A_1$  的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
2. 求传递函数  $\frac{U_o(s)}{U_i(s)}$  的表达式、通带电压放大倍数的表达式和截止频率的表达式；
3. 说明该电路为哪种类型的滤波器（低通、高通、带通、带阻）？

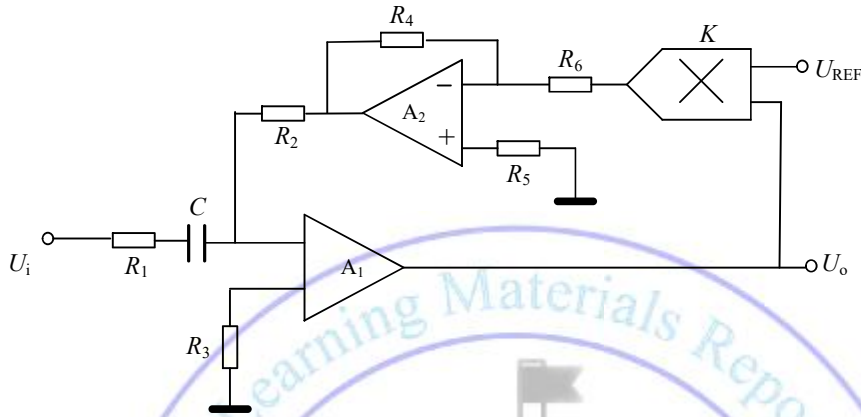
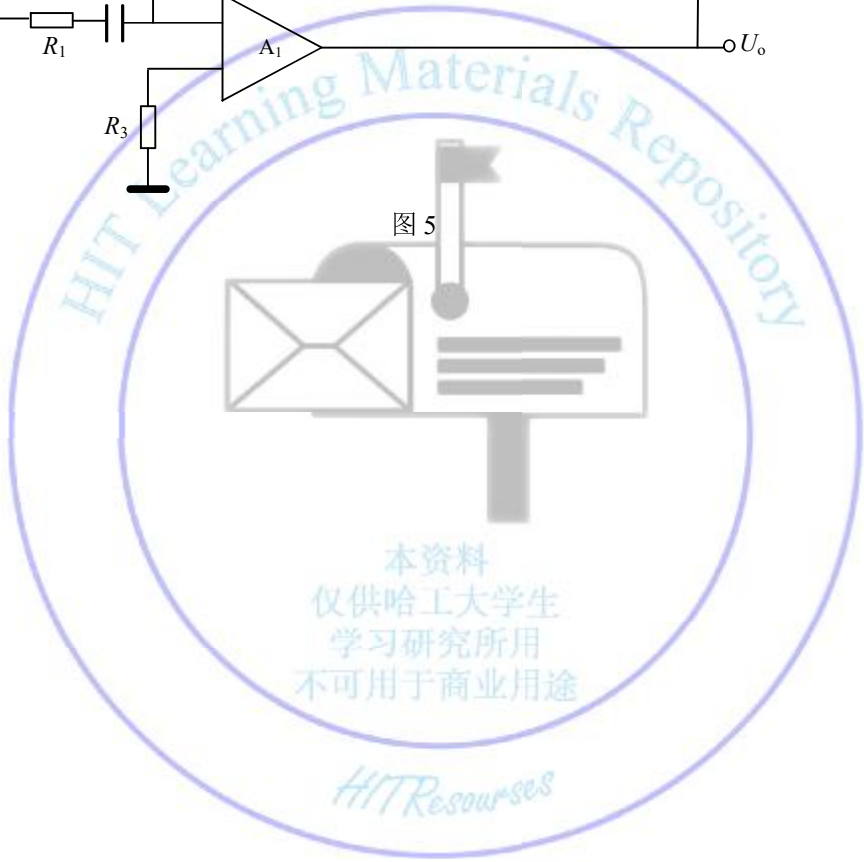


图 5



得分

六、(7分) 图 6 所示电路中，稳压管  $VD_z$  具有稳幅作用，其稳定值  $U_z = \pm 1V$ ， $VD_1$ ， $VD_2$ ， $VD_3$ ， $VD_4$  正向导通压降均为  $0.7V$ 。

1. 指出虚线框内电路的功能？
2. 计算  $u_{o1}$  的幅值和频率。
3. 计算  $u_o$  的幅值和频率。

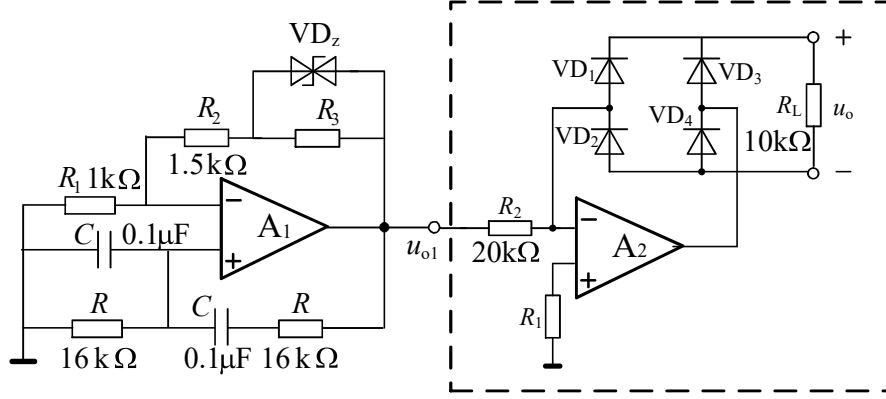


图 6

姓名

学号

院系

密封线

得分
----

七、(9分) 图 7(a)所示电路中，晶体管 VT 工作在开关状态，导通时为饱和导通，管压降  $U_{CES}=0V$ ， $u_I=5V$ ， $A_1, A_2, A_3$  均为理想运放，理想运放输出电压的峰值为  $\pm 15V$ ， $VD_1, VD_2, VD_3$  正向导通压降均为  $0.7V$ ，双向稳压管  $VD_Z$  的稳压值  $U_Z=\pm 8V$ 。

1. 说明图中  $VD_1, VD_2$  的作用。
2. 当输入为  $u_I$ ，输出为  $u_{O3}$  时，此电路实现的功能是什么？
3. 设  $t=0$  时， $u_{O3}=+8V$ ，电容两端电压为  $0V$ ，在图 7(b)中画出输出电压  $u_{O2}$  和  $u_{O3}$  的波形，(至少画一个完整的周期，并标注时间轴坐标和幅值)。
4. 求解  $u_{O2}$  的频率和幅值。

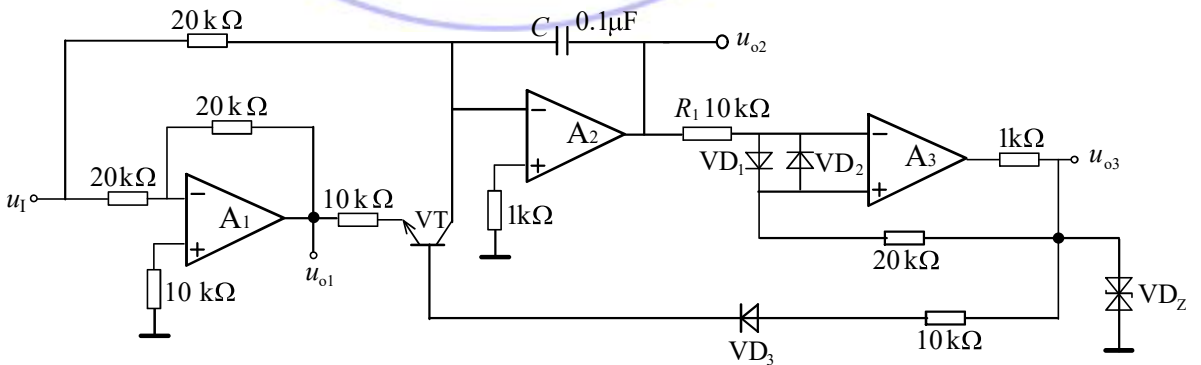


图 7(a)



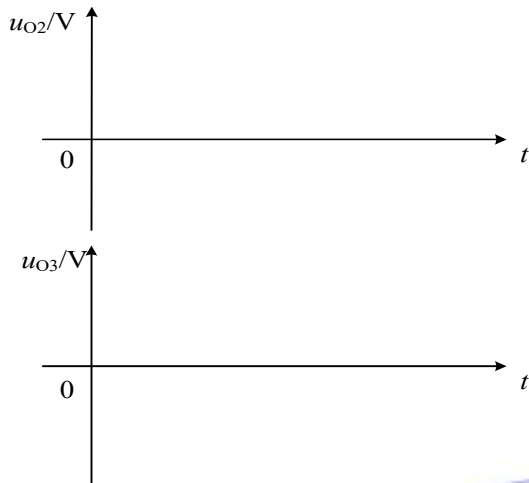


图 7(b)

得分

八、(6分) 图 8 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，其它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  $U_{21}=1.25\text{V}$ ，电阻  $R_1=200\Omega$ 、 $R_2=0\sim 1.8\text{k}\Omega$ ，公共端电流  $I_A$  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  $U_1=18\text{V}$ ，求 CW317 功耗的极值，忽略  $R_1$  和  $R_2$  的电流。

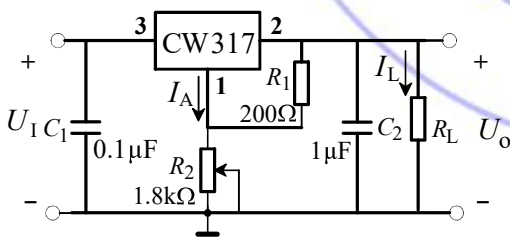


图 8



主管 领导 审核 签字

## 哈尔滨工业大学 2016 学年 春 季学期

# 模拟电子技术基础 试 题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									
阅卷人									

**注意行为规范      遵守考场纪律**

授课教师

姓名

学号

院系

密 封 线

得分

一、填空（8分）

1. 放大电路如图 1.1 (a) 所示，晶体管的输出特性曲线以及放大电路的交、直流负载线如图 1.1 (b) 所示， $U_{CES}=0.3V$ 。若不断加大输入正弦波电压的幅值，该电路输出波形先出现\_\_\_\_\_（A.底部失真 B.顶部失真 C.底部顶部同时失真），为了消除失真，电阻  $R_C$  应\_\_\_\_\_（A.调大 B.调小 C.不起作用）。

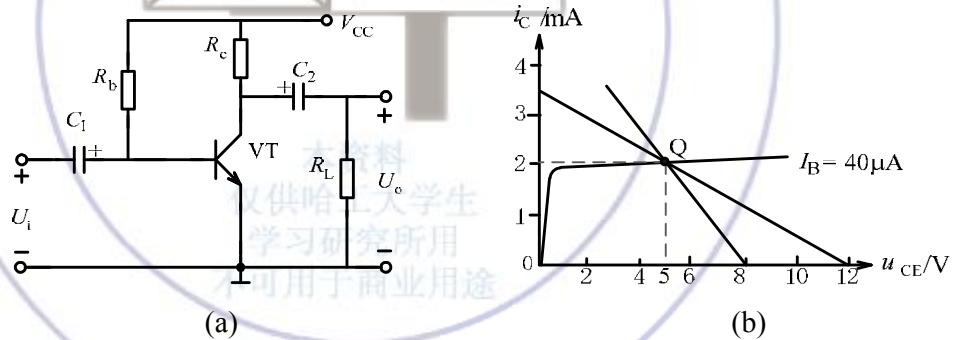


图 1.1

2. 某场效应管的转移与输出特性曲线如图 1.2 所示，说明该管为\_\_\_\_\_（N；P）沟道\_\_\_\_\_（结型；增强型 MOSFET；耗尽型 MOSFET）场效应管。

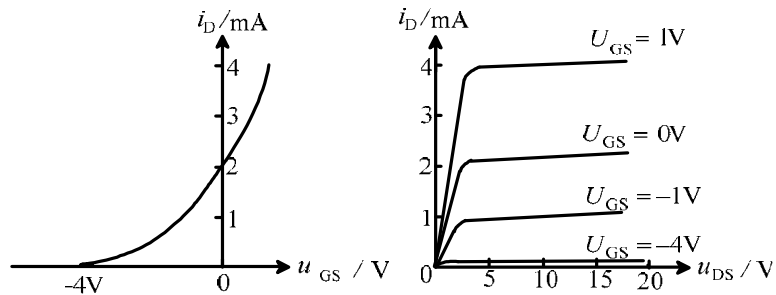


图 1.2

3. 若放大器输入端接电流源型输入信号，应采用\_\_\_\_\_（A.串联 B.并联）负反馈，若希望放大器电路输出电阻较小，应采用\_\_\_\_\_（A.电压 B.电流）负反馈。

4. 某直流电压源的变压、整流、电容滤波部分如图 1.3 所示。其中，变压器副边电压  $u_2$  的有效值  $U_2=10V$ ， $R_L=20\Omega$ ， $R_L \cdot C$  介于  $(3 \sim 5)\frac{T}{2}$ ， $T$  为工频交流信号的周期。在选择整流二极管时，试估算：负载电阻  $R_L$  上的电流平均值  $I_{L(AV)}=_____$ ；整流二极管的最大反向工作电压  $U_{RM}$  至少为\_\_\_\_\_。

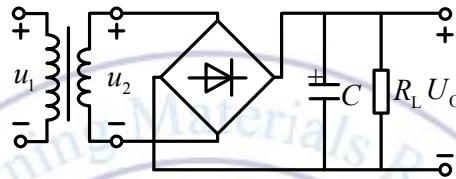


图 1.3

得分

二、（14 分）直接耦合两级放大电路如图所示，两只三极管规格参数一致，电路中所有电容足够大。

1. （计算数值）已知  $U_{BE1}=U_{BE2}=0.7V$ ， $\beta_1=\beta_2=50$ ，忽略  $VT_2$  基极电流  $I_{B2}$  的影响，计算各级静态工作点（ $I_{C1}$ ， $U_{CE1}$ ， $I_{C2}$ ， $U_{CE2}$ ）。

2. （写表达式，不必计算具体数值）已知  $r_{be1}$ ， $r_{be2}$ ， $\beta_1$ ， $\beta_2$ ，画出微变等效电路，写出电路的输入电阻  $R_i$ 、输出电阻  $R_o$ 、中频电压放大倍数  $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$  的表达式。

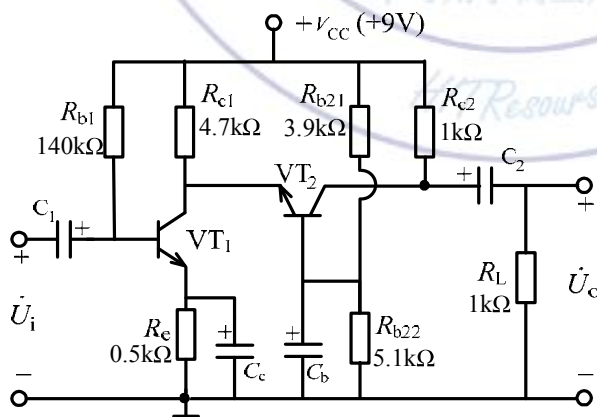


图 2

院系 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 授课教师 \_\_\_\_\_

.....  
密.....  
封.....  
线.....



得分

三、(12分) 简答题。

1. 互补功率放大电路如图 3.1 所示。 $V_{CC} = \pm 15V$ ， $R_L = 5\Omega$ ， $u_i$  为正弦电压，忽略晶体管饱和和导通压降。请估算：
- (1) 每个管子的管耗  $P_{CM}$  至少应为多少？
  - (2) 每个管子的耐压  $|U_{(BR)CEO}|$  至少应为多少？

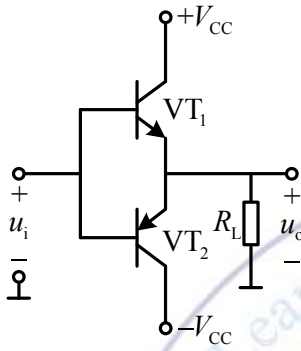


图 3.1

2. 连接图 3.2 中①~⑥使之产生正弦波振荡，并写出其振荡频率表达式。(忽略互感)

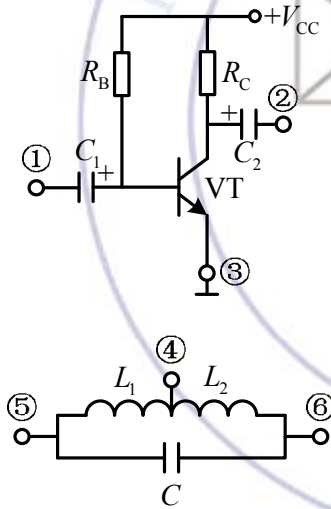


图 3.2

3. 由三端集成稳压器构成电路如图 3.3 所示。 $U_{21} = 1.25V$ ，在输入直流电压  $U_1$  足够大的情况下，求输出电压  $U_0$  的可调范围？(调整端电流  $I_A$  可忽略不计)

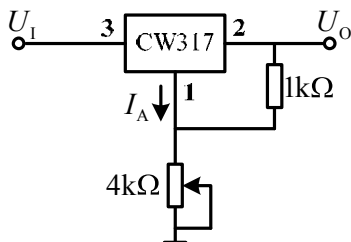


图 3.3

得分

四、(8分) 差分放大电路如图4所示。差分对管电流放大倍数均为 $\beta$ 。

1. 画出  $VT_1$  所在半边直流通路，并写出晶体管的**发射极**静态电流表达式。(发射结压降均为  $U_{BE}$ ，基极静态电流很小可以忽略。)
2. 分别画出  $VT_1$  所在半边差模、半边共模微变等效电路。
3. 晶体管动态输入电阻  $r_{be}$  已知，写出**差模**电压放大倍数  $A_{ud}$  的表达式。

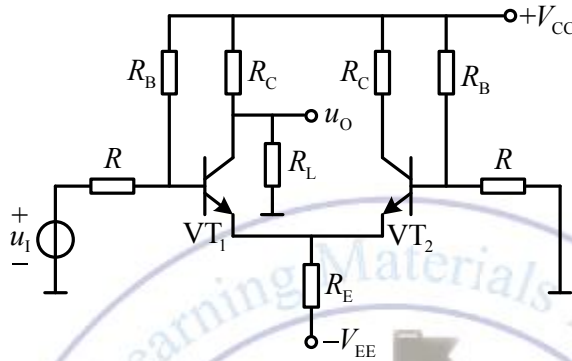


图4

密  
封  
线

授课教师

姓名

学号

院系



得分	五、(6分) 电路如图 5.1 所示，图中 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 均为理想运算放大器，已知 $u_{i1}=4V$ ， $u_{i2}=1V$ ，问：
----	--

- (1) A、B 点的电位。
- (2) 设  $t=0$  时刻，电容  $C$  两端电压为  $0V$ ，画出输出  $u_o$  随时间变化的波形，并计算相应坐标值。

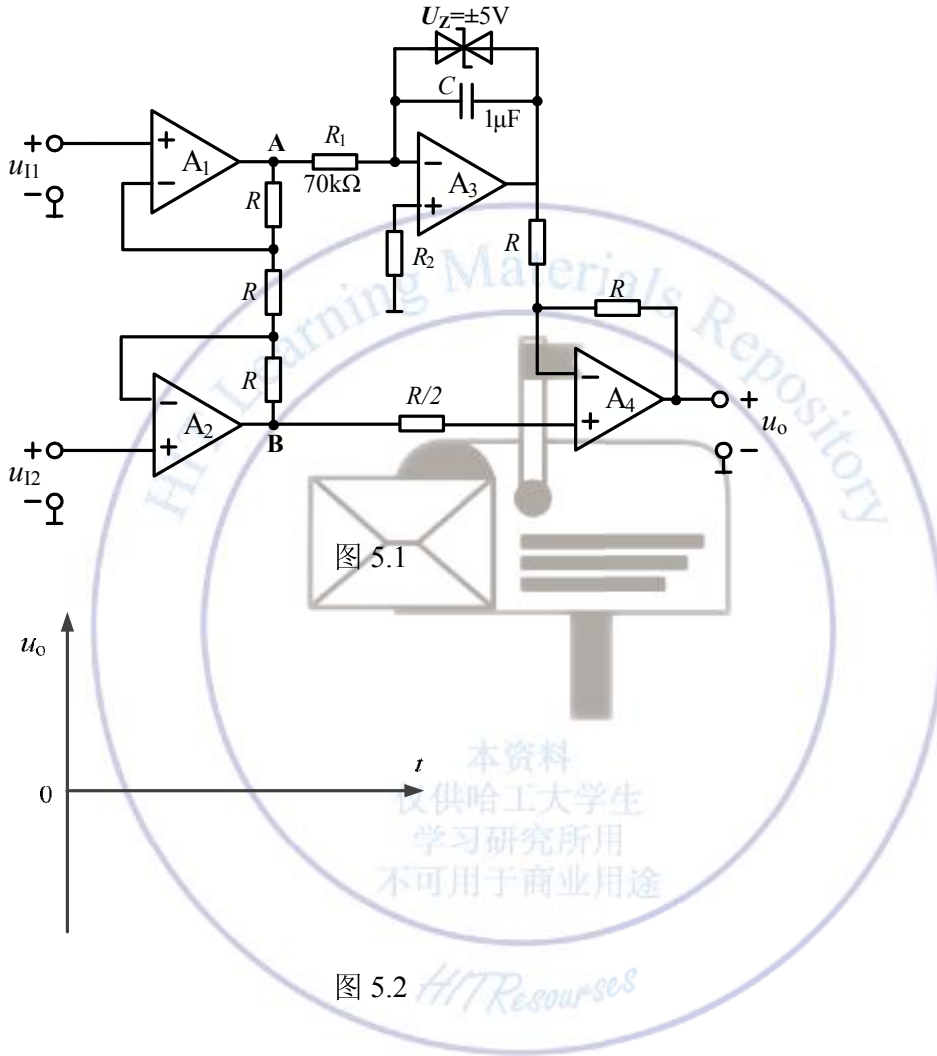


图 5.2 HIT Resources

得分

六、(6分) 电路如图 6 所示。其中 A 为理想集成运放。

- 若要构成电流负反馈电路，从而稳定电路的输出电流，应该如何连接图中①~⑦各点？（不允许额外添加电路器件）
- 在前一问的基础上，写出电路级间反馈的反馈系数表达式。(将等效负载电流  $i_c$  看做输出电流)
- 在深度负反馈条件下，写出电路闭环电压放大倍数  $\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$  的表达式。

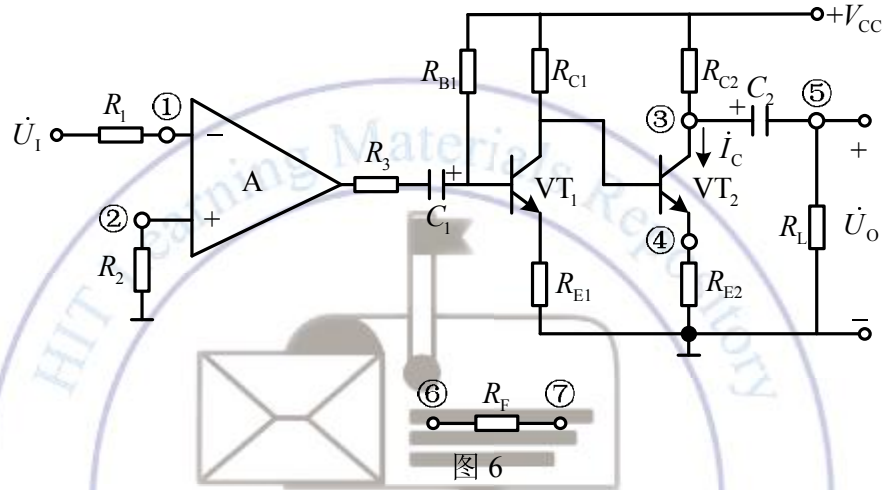


图 6

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

得分

七、(6分) 电路如图 7 所示，运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性，模拟乘法器乘积系数  $K > 0$ ， $U_{REF} > 0$ 。回答以下问题：

1. 求电路频率响应  $\dot{A}_u(\omega) = \frac{\dot{U}_o(\omega)}{\dot{U}_i(\omega)}$  的表达式、通带电压放大倍数的表达式和截止频率的表达式；
2. 说明该电路为哪种类型的滤波器（低通、高通、带通、带阻）？
3. 若  $U_{REF}$  为可调直流电源，则  $U_{REF}$  的功能是什么？

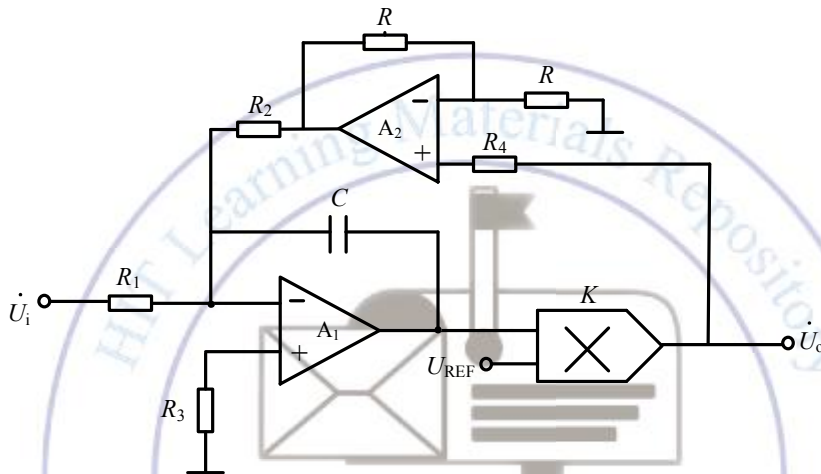


图 7

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources



得分

八、(10分) 非正弦波振荡电路如图 8.1 所示。A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 均为理想集成运放；U<sub>R</sub> 固定且 U<sub>R</sub> > 0；t = 0 时，u<sub>O1</sub>(0) = +U<sub>Z</sub>、u<sub>O2</sub>(0) = 0。

1. 若要电路产生非正弦波振荡，则正电压 U<sub>R</sub> 的变化范围是多少？
2. 在图 8.2 中定性画出 u<sub>O1</sub>、u<sub>O2</sub> 随时间变化的曲线。
3. 若要 u<sub>O1</sub> 的占空比为 40%，则 U<sub>R</sub> 应该是多少？此时电路的振荡周期是多少？

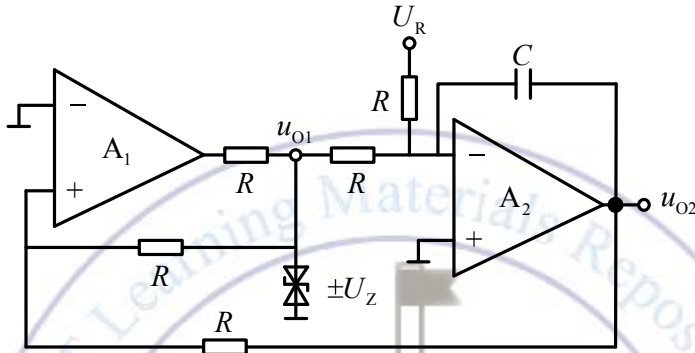


图 8.1

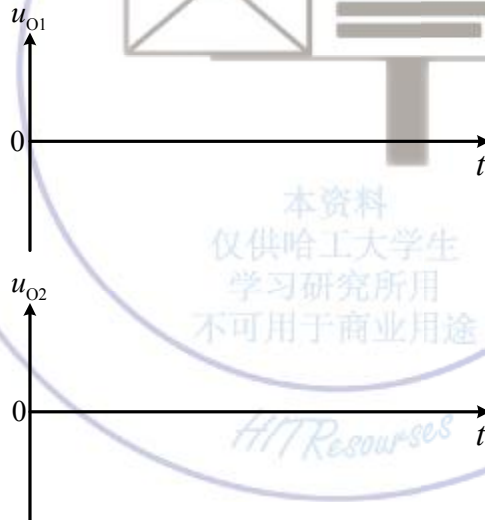


图 8.2

授课教师

姓名

学号

院系

密 封 线

主管 领导 审核 签字

## 哈尔滨工业大学 2017 学年 春 季学期

# 模拟电子技术基础 试 题

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
阅卷人								

**注意行为规范      遵守考场纪律**

授课教师

姓名

学号

院系

密  
封  
线

得分

一、填空（8分）

1. 某负反馈放大电路的开环增益  $\dot{A}$  的幅频特性和环路增益  $\dot{A}\dot{F}$  的相频特性如图 1.1 所示，反馈系数  $\dot{F} = 0.1$ ，则开环电压增益  $\dot{A}$  的频率特性表达式为\_\_\_\_\_，其上限截止频率为\_\_\_\_\_ Hz， $\dot{F}$  为\_\_\_\_\_ 时电路到达临界状态。

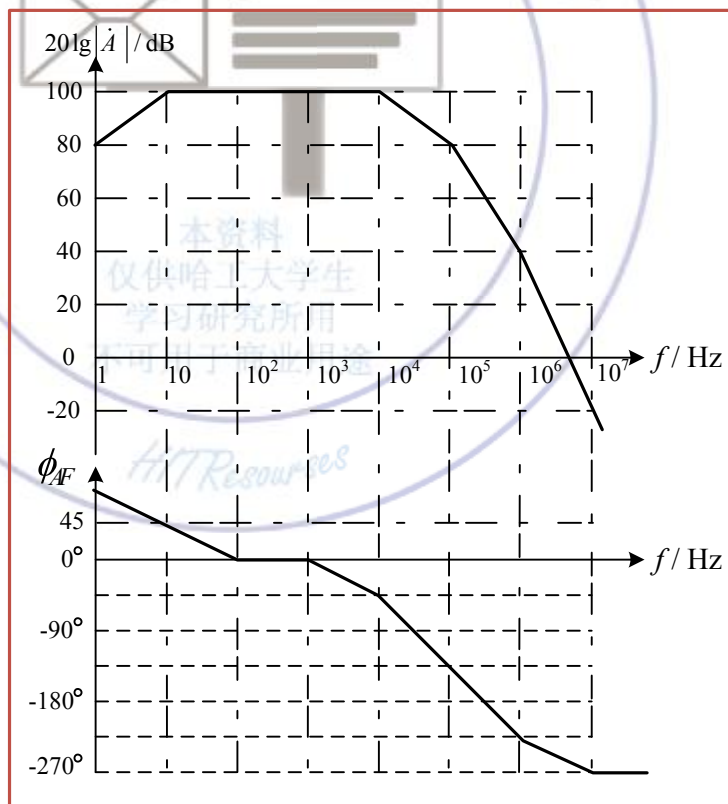


图 1.1

2. 某场效应管的转移与输出特性曲线如图 1.2 所示，说明该管为\_\_\_\_\_

场效应管（说明沟道和类型）， $U_{GS(off)} =$ \_\_\_\_\_。

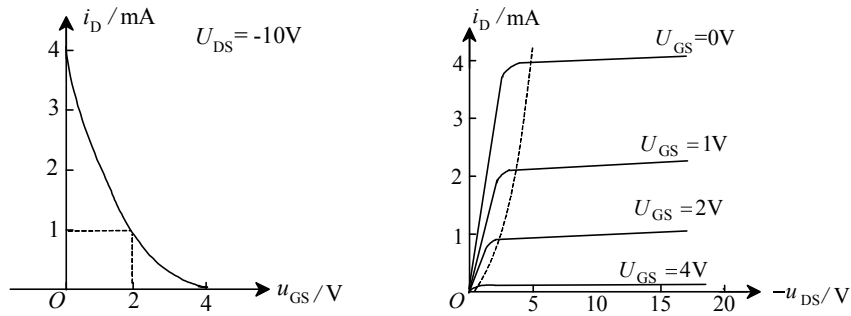


图 1.2

3. 图 1.3 所示电路为\_\_\_\_\_滤波器（低通、高通、带通、带阻），它的通带增益为\_\_\_\_\_，截止频率为\_\_\_\_\_。

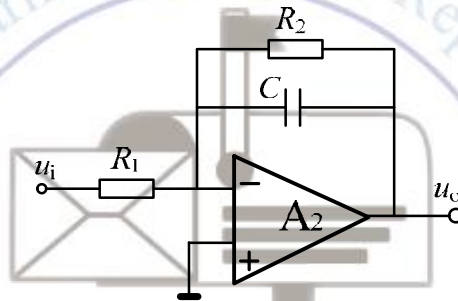


图 1.3

得分

二、（12分）两级放大电路如图 2 所示，已知  $U_{BE1} = U_{BE2} = U_{EB3} = 0.7V$ ， $VD_1$  和  $VD_2$  的导通压降为  $0.7V$ ， $\beta_1 = 100$ 。 $VT_2$  和  $VT_3$  的饱和压降为  $2V$ ， $R_L = 8\Omega$ 。

1. 当  $R_{e2}$  的滑动端处于中间位置时，计算第一级的静态工作点，画出第一级的微变等效电路；设第二级的输入电阻无穷大，计算输出  $u_{o1}$  的最大不失真输出幅度；
2. 当  $R_{e2}$  的可调端从最下端调整到最上端时，计算输出  $u_{o1}$  的电压增益的调整范围；（计算时可忽略  $R_{e2}$  对  $r_{be1}$  的影响， $r_{be1}$  可根据第一问的结果得出， $r_{bb}$  可忽略不计。）
3. 当输入信号为正弦波时， $R_{e2}$  的滑动端处于中间位置，计算此两级放大电路的最大输出功率。

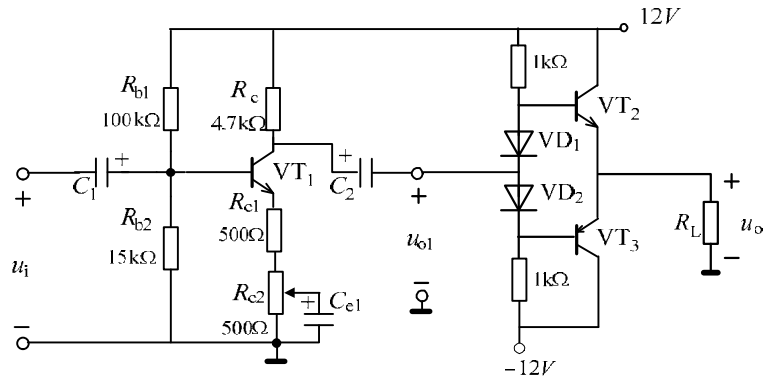


图 2

密  
封  
线



授课教师

姓名

学号

院系

得分

三、(16分) 简答题。

1. 判断图中交流负反馈的组态，在深度负反馈的条件下，计算图 3.1 (a)

中电压闭环增益  $\dot{A}_{u_{uf}} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$  及图 3.1 (b) 中源电压闭环增益  $\dot{A}_{u_{srf}} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s}$ 。

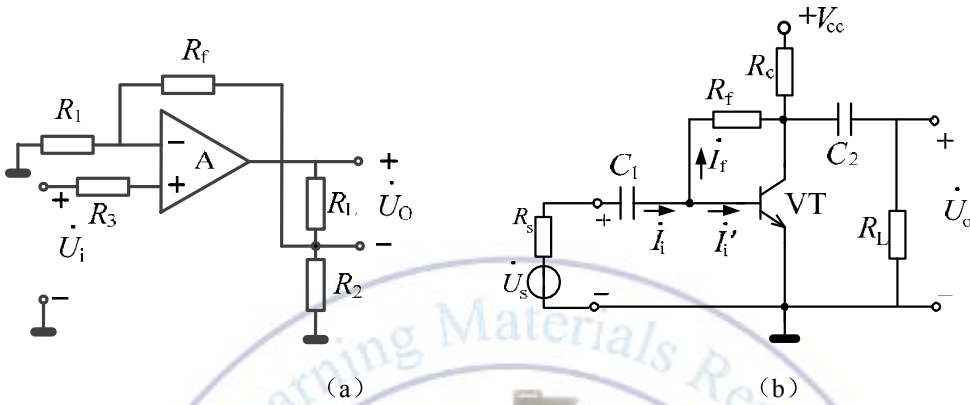


图 3.1

2. 如图 3.2 所示的电路中，运算放大器和乘法器都具有理想的特性，其中  $K < 0$ ，电路工作于线性区，求  $u_i$  满足的条件以及  $u_o$  的表达式。

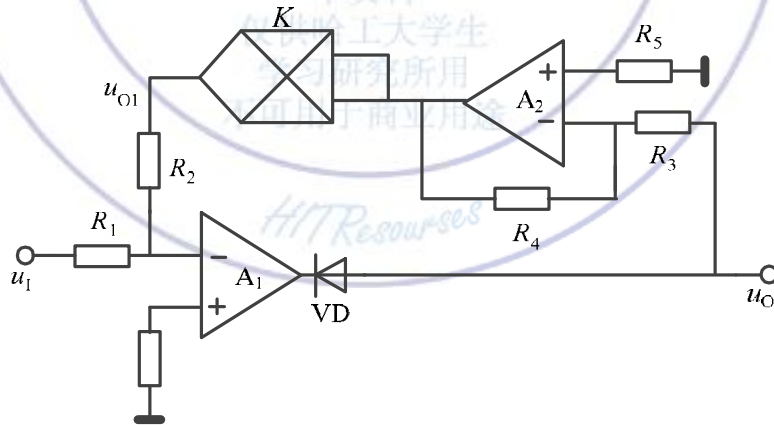


图 3.2

3. 连接如图 3.3 (a) 和图 3.3 (b) 所示电路，让其能够产生正弦波振荡，并求正弦波输出频率  $f$  的表达式。

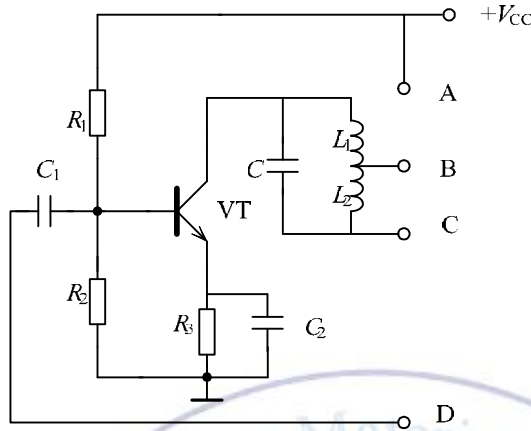


图 3.3 (a)

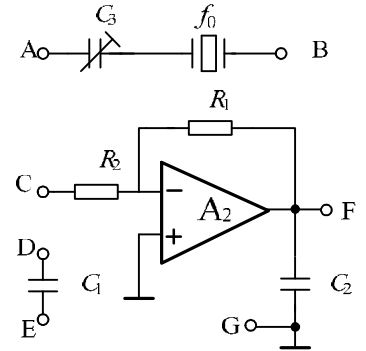


图 3.3 (b)

得分

四、(8分)图 4 所示电路为差分放大电路，晶体管电流放大倍数均为  $\beta$ ，动态输入电阻均为  $r_{be}$ 。

- 1、分别画出差模、共模半边微变等效电路；
- 2、当  $u_{i1} = 4\text{mV}$ ， $u_{i2} = 2\text{mV}$  时，共模输入和差模输入电压分别为多少？
- 3、求共模抑制比  $K_{CMR}$  的表达式。

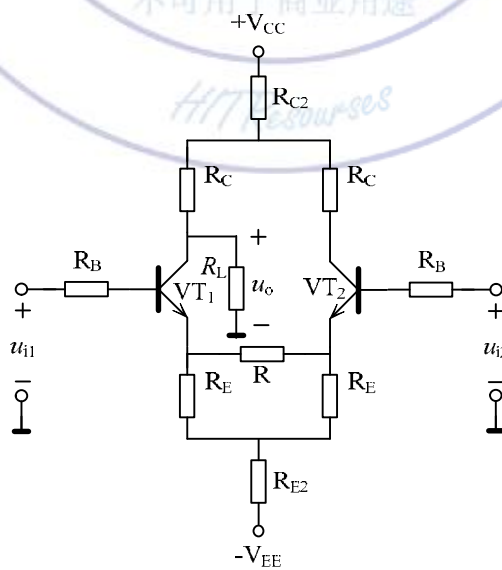


图 4

授课教师

姓名

学号

院系

线



得分

五、(8分) 图 5 (a) 所示电路中，稳压管  $VD_{Z1}$  具有稳幅作用，其稳定值  $\pm U_{Z1} = \pm 6V$ ， $VD_1, VD_2, VD_3, VD_4$  为理想二极管， $R_1 = R_2 = 10k\Omega$ ， $C_1 = C_2 = 0.1\mu F$ ， $R_3 = R_4 = 10k\Omega$ 。

1. 指出虚线框内电路的功能，输出  $u_{O1}$  是什么波形？
2. 输出不失真的前提下求  $u_{O1}$  获得最大输出峰—峰值是多少？
3. 在  $u_{O1}$  获得最大输出峰—峰值的前提下，在图 5 (b) 中画出  $u_{O1}$ 、 $u_O$  的波形，并在图中标明幅值，求  $u_O$  的频率  $f$ 。

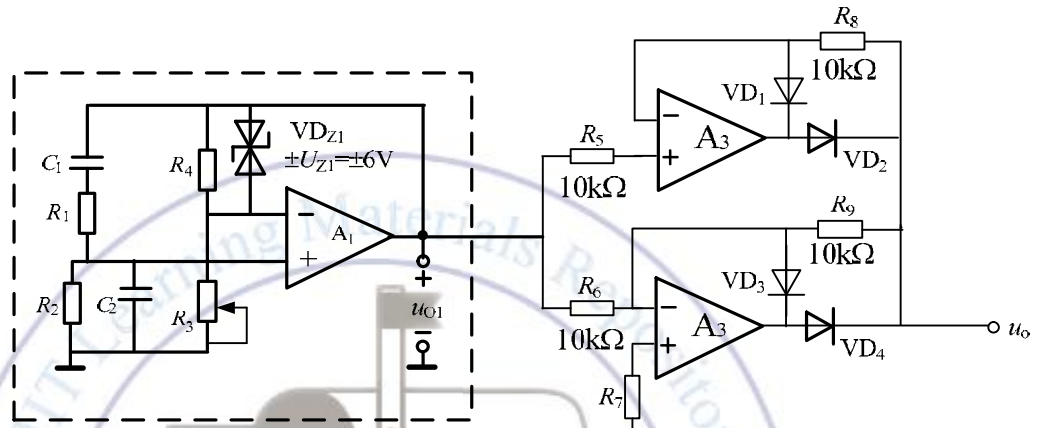


图 5 (a)

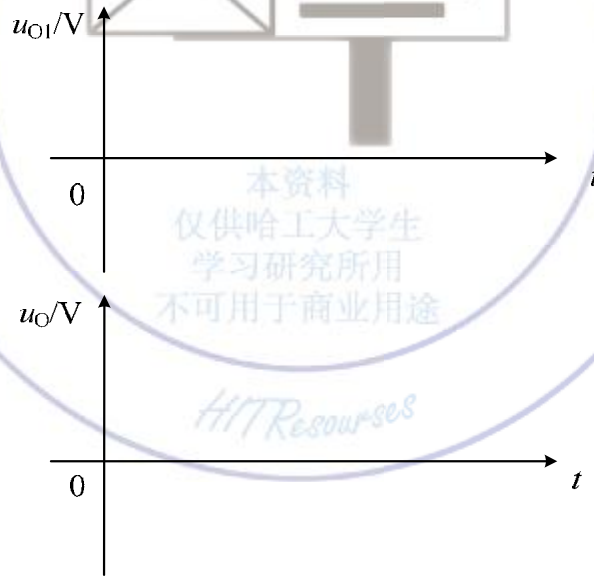


图 5 (b)

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources



得分

六、(8分) 电路如图 6 所示, VT 为调整管, 运算放大器具有理想特性, 单电源供电, 输出电压最大值为 15V, 最小值为 0V,  $U_Z=1.25V$ ,  $R_1=10K\Omega$ ,  $R_2=10K\Omega$ ,  $R_3=10K\Omega$ ,  $R_4=10K\Omega$ ,  $R_W=80K\Omega$ , 回答以下问题:

下问题:

1. 若  $U_1 = 10.8V$ , 电容  $C_1$  足够大, 求变压器二次侧电压有效值  $U_2$ ;
2. 在 1 问的条件下, 若 VT 的漏源之间的电压  $U_{ds} \geq 0.8V$ , 求输出电压  $U_O$  的范围。
3. 说明  $A_3$  为运放的何种应用电路? 滑动变阻器  $R_W$  上下移动时, 分析运放  $A_3$  的输出  $U_{O2}$  为何值。

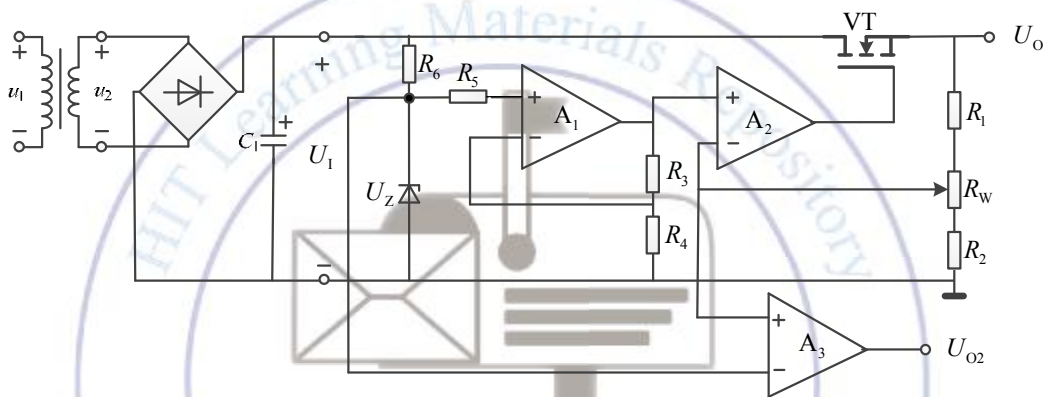


图 6

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

得分

七、(10分) 非正弦波振荡电路如图 7.1 所示。A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>均为理想集成运放，最大输出电压为±12V。VD 为理想二极管；R<sub>1</sub> = 40KΩ，R<sub>2</sub> = R<sub>4</sub> = R<sub>5</sub> = 20KΩ，R<sub>6</sub> = 200Ω，R = 10KΩ，C = 10μF，±U<sub>Z</sub> = ±6V；初始上电 t = 0 时刻，u<sub>O1</sub>(0) = +6V，u<sub>O2</sub>(0) = 0，u<sub>O3</sub>(0) = -6V。

1. 若滑动变阻器 R<sub>6</sub> 处于中间位置，在图 7.2 (a) 中画出 u<sub>O1</sub>、u<sub>O2</sub>、u<sub>O3</sub> 随时间变化的曲线，标明时间尺度，并求 u<sub>O3</sub> 的周期与占空比。
2. 若滑动变阻器 R<sub>6</sub> 处于最左侧处，在图 7.2 (b) 中画出 u<sub>O1</sub>、u<sub>O2</sub>、u<sub>O3</sub> 随时间变化的曲线，标明时间尺度，并求 u<sub>O3</sub> 的周期与占空比。

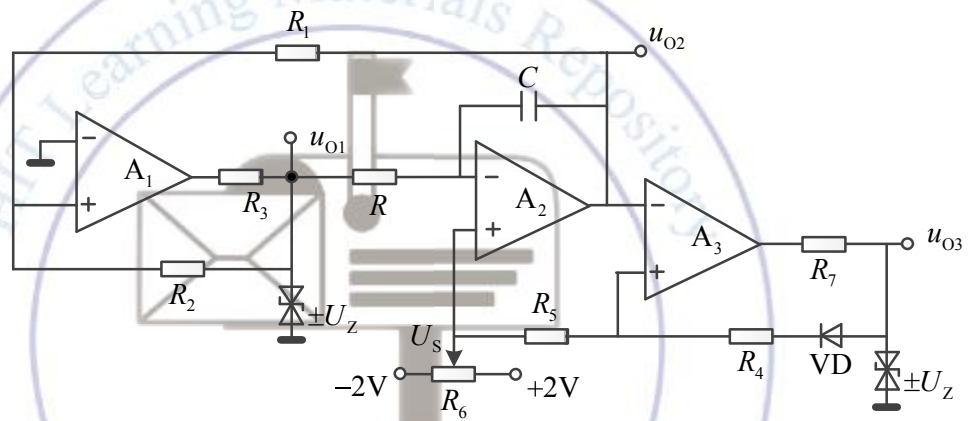


图 7.1

本资料 仅供哈工大学生 学习研究所用 不可用于商业用途

HIT Resources

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

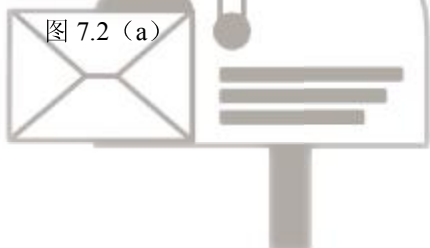
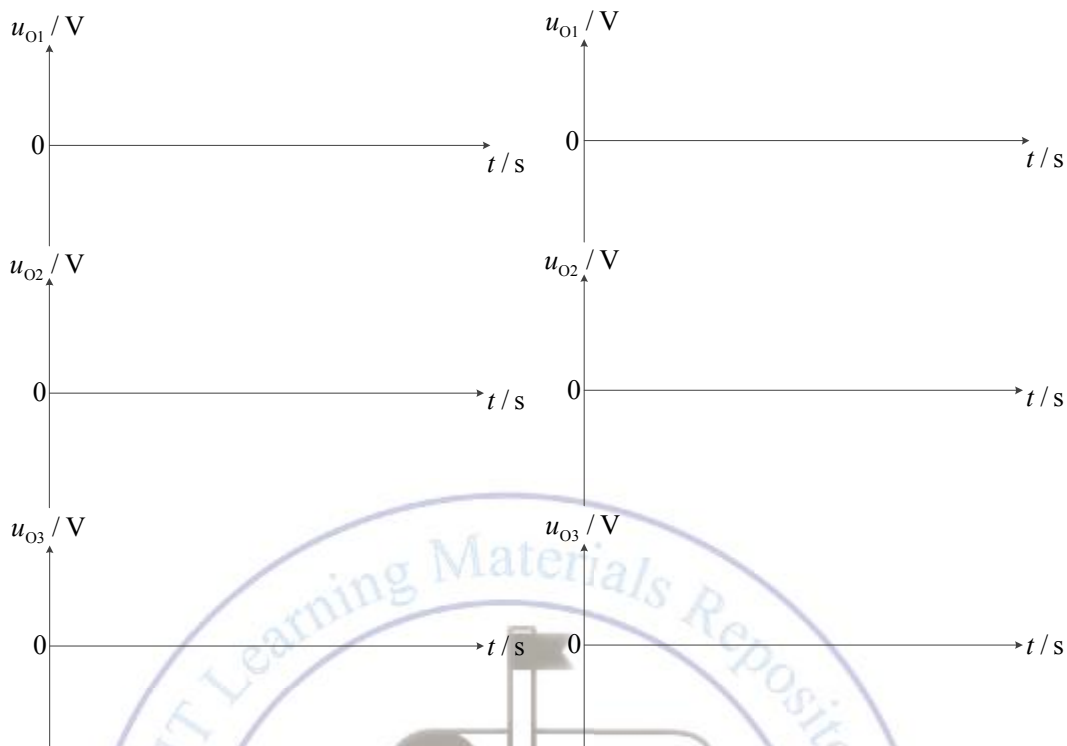


图 7.2 (a)

图 7.2 (b)

主管  
领导  
审核  
签字

哈尔滨工业大学 2018 学年 春 季学期

# 模拟电子技术基础 试 题

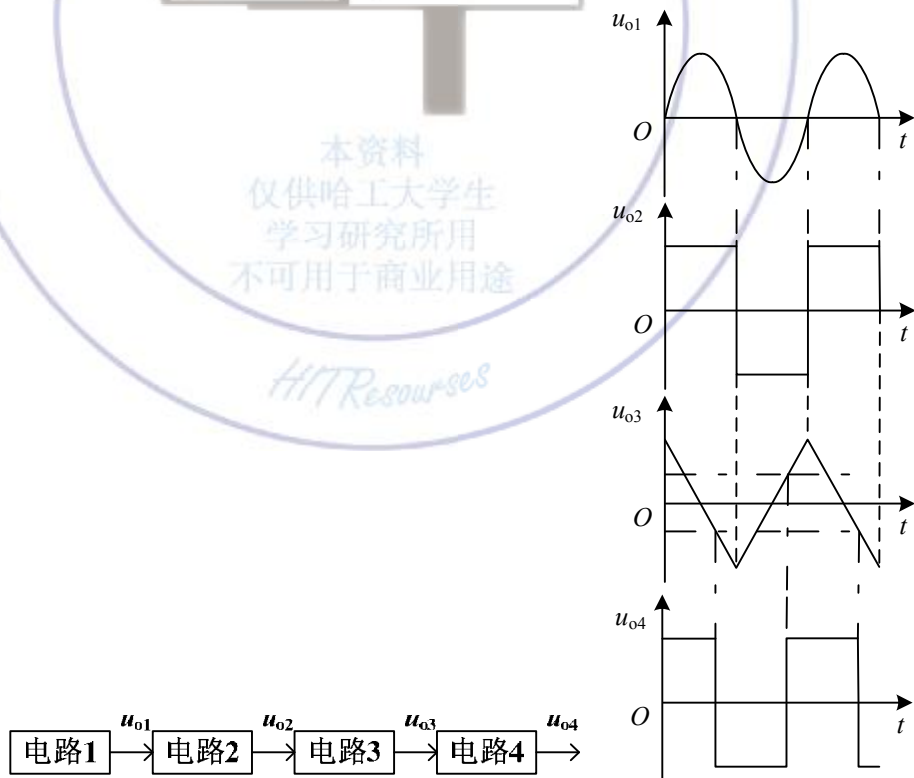
题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
阅卷人							

## 片纸鉴心 诚信不败

得分

一、选择题和填空题（9分）

1. 检波二极管通常选用\_\_\_\_\_。  
A. 硅二极管    B. 变容二极管    C. 整流二极管    D. 高频锗二极管
2.  $U_{GS}=0V$  时，不能够工作在恒流区的场效应管有\_\_\_\_\_。  
A. 结型管    B. 增强型 MOS 管    C. 耗尽型 MOS 管
3. 电路框图如图 1(a)所示，各个电路输出波形如图 1(b)所示，则电路 1 为\_\_\_\_\_，电路 2 为\_\_\_\_\_，电路 3 为\_\_\_\_\_，电路 4 为\_\_\_\_\_。  
A. 积分器    B. 滞回比较器    C. 正弦波振荡器    D. 过零比较器



(a) 图 1

授课教师  
姓名  
学号  
院系

4. 某负反馈放大电路环路增益的幅频特性如图 2 所示，其中频段环路增益的相位为  $-180^\circ$ ，反馈系数  $\dot{F} = 0.1$ ，则开环电压增益  $\dot{A}_u$  的频率特性表达式为\_\_\_\_\_。

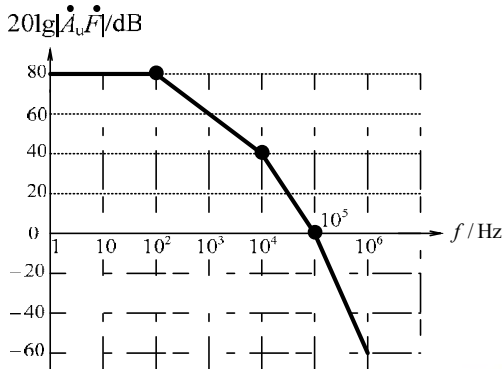


图 2

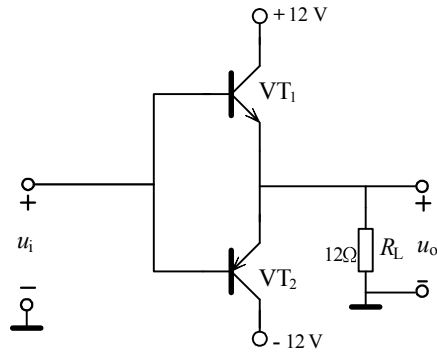


图 3

5. 功率放大电路如图 3 所示，忽略管子的饱和压降，负载上可能得到的最大输出功率  $P_{omax} =$ \_\_\_\_\_W， $VT_1$  的管耗至少为\_\_\_\_\_W。

得分

二、简答题 (21 分)

1. 滤波电路如图 4 所示，运放为理想运放，写出电路的传递函数，并指出该滤波电路的阶次？ (3 分)

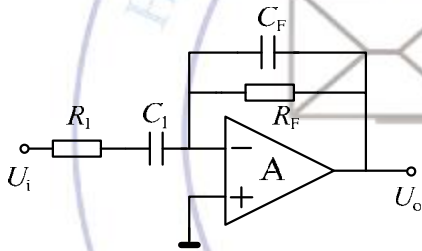


图 4

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

2. 模拟乘法器和运放构成的电路如图 5 所示，运放为理想运放，为使其完成运算功能， $K$  和  $u_y$  需满足什么条件？写出实现运算功能时  $u_o$  的表达式。（4 分）

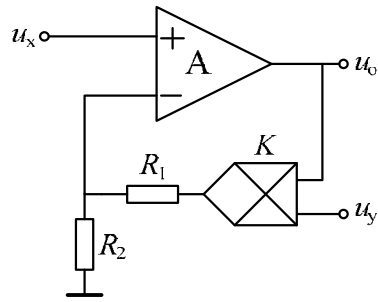


图 5

3. 图 6 电路级间能引入几种组态的交流负反馈？请指出相应的连接方法。（提示： $R$ 、 $C$  应在反馈网络里）（6 分）

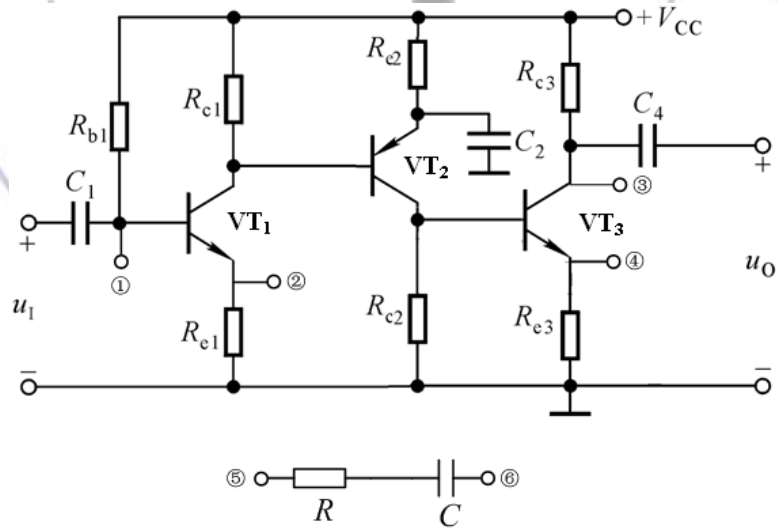


图 6

授课教师

姓名

学号

院系

.....

4. 试用相位平衡条件判断图 7(a)和(b)中电路能否产生振荡？（4分）

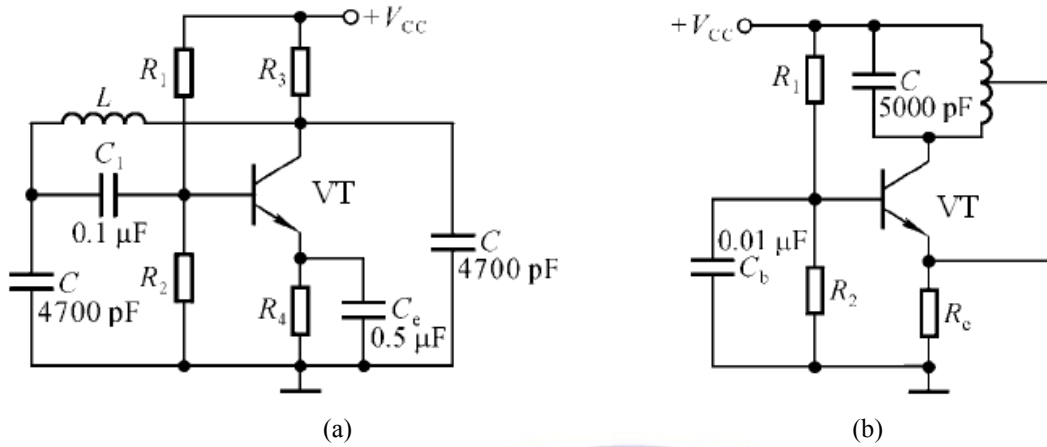


图 7

5. 电路如图 8 所示，运放为理想运放， $R_1 = R = 10\text{k}\Omega$ ， $R_2 = 4\text{k}\Omega$ ， $R_3 = 12\text{k}\Omega$ ，写出  $u_o$  与  $u_i$  的关系表达式。当输入电压  $u_i = 200\text{mV}$  时， $u_o = ?$ （4分）

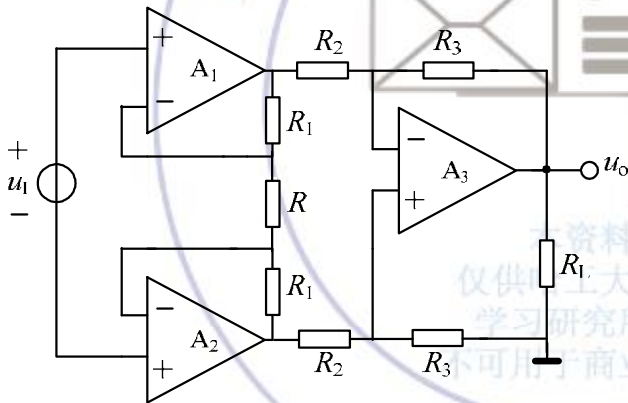


图 8

得分

三、(12分) 单管放大电路如图9所示,  $V_{CC} = 12V$ ,  $R_{B1} = 110k\Omega$ ,  $R_{B2} = 180k\Omega$ ,  $R_C = 5.1k\Omega$ ,  $R_E = 12k\Omega$ ,  $R_L = 4.7k\Omega$ ,  $U_{BE} = 0.7V$ ,  $r_{bb'} = 100\Omega$ , 电流放大系数

$\beta = 50$ , 电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_E$  的容量足够大。试回答: 1. 计算静态工作点  $I_B$ 、 $I_C$  和  $U_{CE}$ ;

2. 计算中频电压放大倍数  $\dot{A}_u$ 、输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ 。

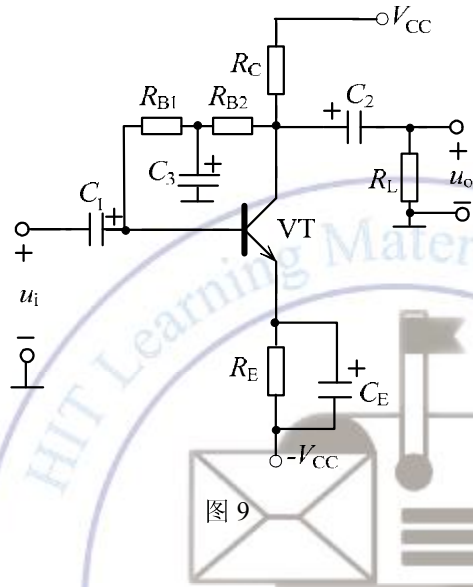


图9

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources



得分

四、(11分) 差分放大电路如图 10 所示,  $V_{CC}=V_{EE}=15V$ , 晶体管  $\beta_1=\beta_2=50$ ,  $U_{BE1}=U_{BE2}=0.7V$ ,  $r_{bb'}=100\Omega$ ,  $R_c=30k\Omega$ ,  $R_e=27.5k\Omega$ ,  $R_L=15k\Omega$ ,  $R_S=100\Omega$ 。试回答: 1. 计算静态时的  $I_{C1}$  和  $U_{C1}$ ; 2. 计算电路的差模电压增益  $A_{ud}$ 、输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ ; 3. 当  $u_i=-1V$  时,  $u_o=?$

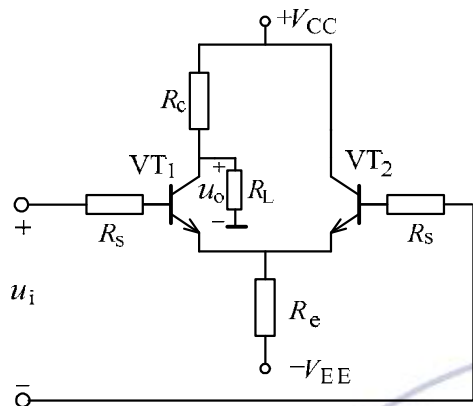
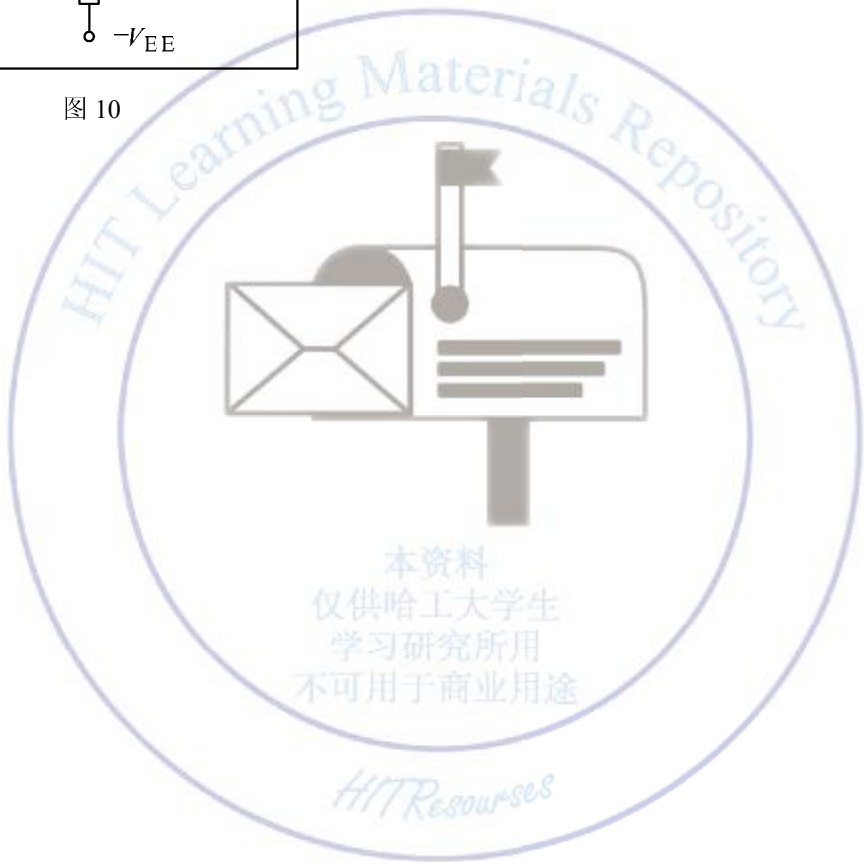


图 10



得分

五、(12分) 压控振荡电路如图 11 所示，运放都是理想运放，电源电压为 $\pm 15V$ ， $VD_1$ 、 $VD_2$  是理想的二极管， $0V < U_i < 10V$ ，双向稳压管的工作电压为 $\pm 10V$ ，请回答：1. 推导  $U_{o4}$  的频率与  $U_i$  的关系式；2. 定量画出当  $U_i = 4V$ 、 $k=0.5$  时， $U_{o3}$  和  $U_{o4}$  的波形（需明确标出幅值和时间参数的数值和单位，画满至少一个周期）。

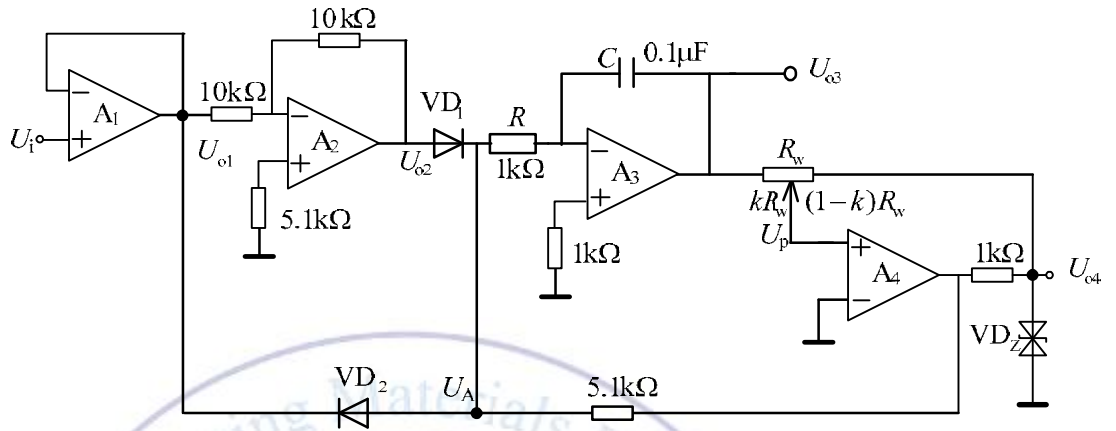


图 11

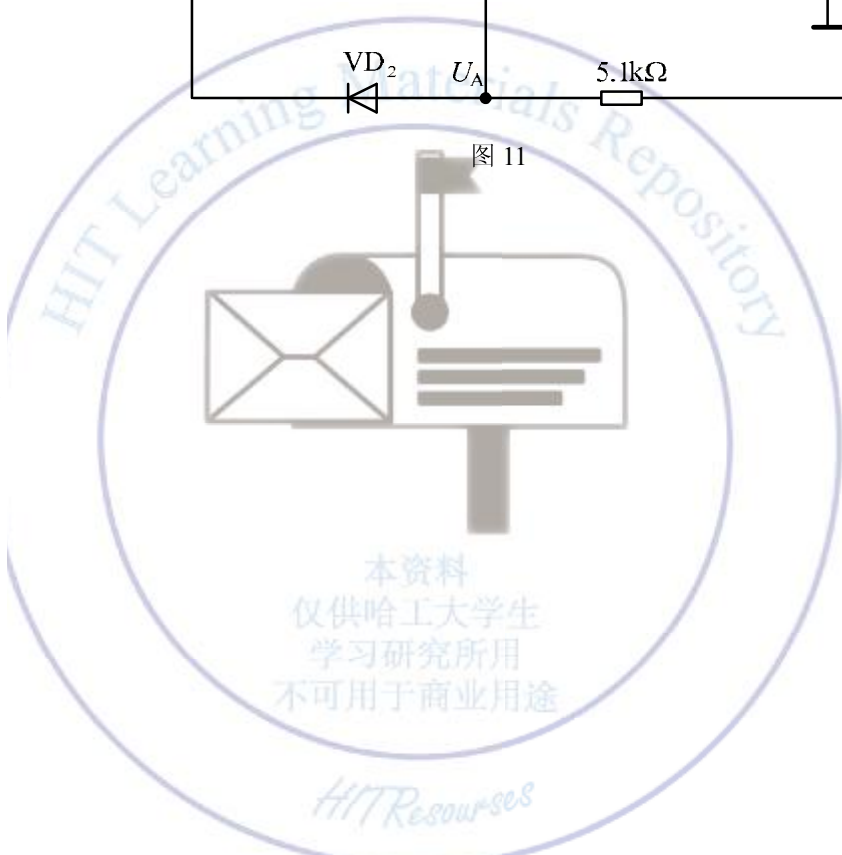
授课教师

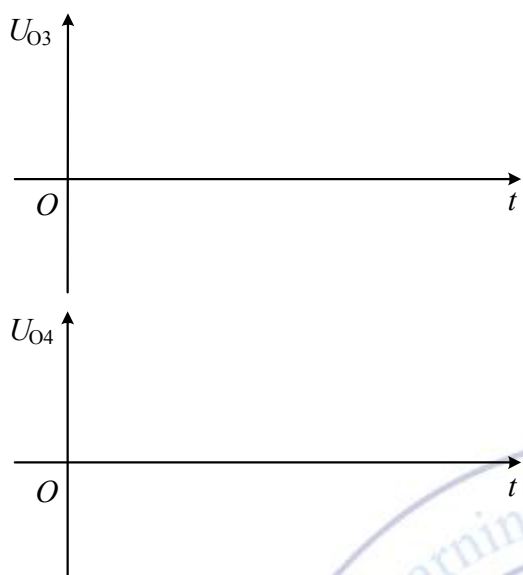
姓名

学号

院系

线





得分

六、(5分) 电路如图 12 所示，已知晶体管 VT 的  $U_{EB}=0.2V$ ， $R_1=1k\Omega$ ， $R_2=0.5k\Omega$ ， $R_P=2k\Omega$ ，计算输出电压  $U_O$  的调节范围。

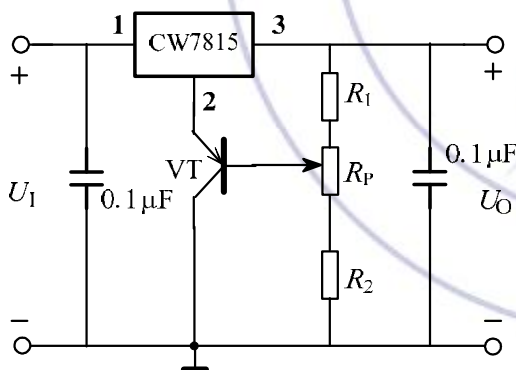


图 12

# 哈尔滨工业大学 2017 学年 秋 季学期

## 模拟电子技术基础 试 题

主管 领导 审核 签字

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
阅卷人								

### 片纸鉴心 诚信不败

授课教师

姓名

学号

院系

密封

得分

#### 一、填空（10分）

- 欲稳定一个两级放大电路的输出电流，已知第一级放大电路引入了电压串联负反馈，则第二级电路应采用的反馈形式为\_\_\_\_\_。
- 某场效应管的转移与输出特性曲线如图 1.1 所示，说明该管为\_\_\_\_\_（N；P）沟道\_\_\_\_\_（结型；增强型 MOSFET；耗尽型 MOSFET）场效应管。

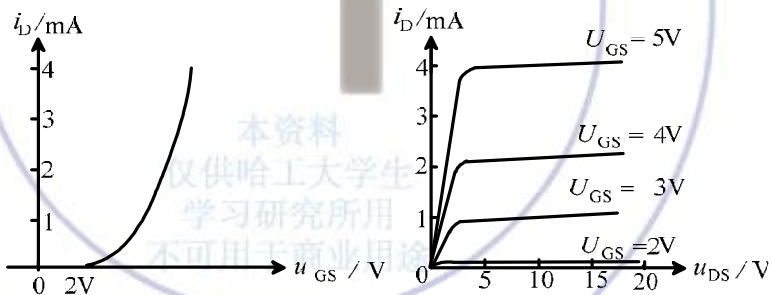


图 1.1

- 在直流稳压电源电路中，采用电感滤波的整流二极管的导通角比采用电容滤波的\_\_\_\_\_。
- 电路如图 1.2 所示， $V_{CC}=10V$ ，忽略三极管的饱和压降， $R_L=8\Omega$ ，输入为正弦波。输出不失真条件下，最大输出功率  $P_{OM} =$  \_\_\_\_\_，选用三极管时管子的功耗  $P_T$  至少为 \_\_\_\_\_。

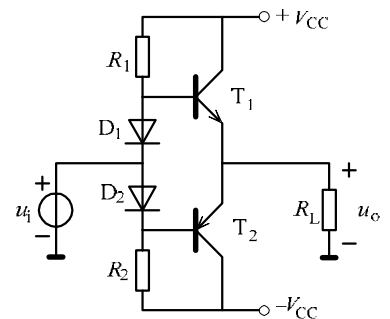


图 1.2

5. 图 1.3 所示电路是\_\_\_\_\_阶\_\_\_\_\_（低通、高通、带通、带阻）滤波器，其通带增益为\_\_\_\_\_。

6. 某电路幅频特性如图 1.4 所示，其中频电压放大倍数的相位为  $180^\circ$ ，写出其频率特性表达式为：\_\_\_\_\_。

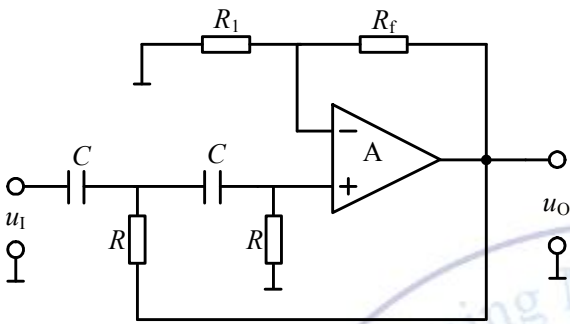


图 1.3

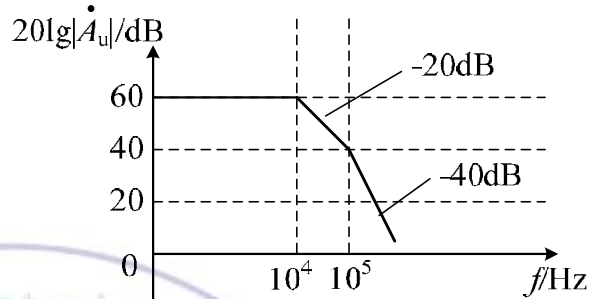


图 1.4

得分

二、(10 分) 电路如图 2 所示， $V_{CC}=15V$ ， $U_{BE} = 0.7V$ ， $r_{bb'}=300\Omega$ ，晶体管电流放大倍数  $\beta = 50$ 。试求：

1. 计算电路的静态工作点；
2. 画出电路的微变等效电路；
3. 计算电压增益  $A_u$ 、输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$ ；
4. 求最大不失真输出电压的幅度；
5. 设输入一正弦信号时，输出电压波形出现了顶部失真，问产生了什么失真？如何调节电路参数可以消除失真？

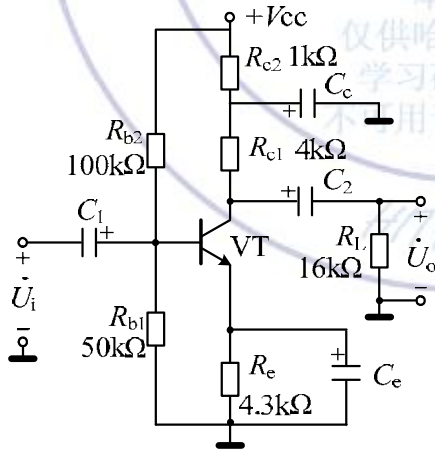


图 2

院系 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 授课教师 \_\_\_\_\_

密 封 线



得分

三、(16分) 简答题。

1. 判断图 3.1 中交流负反馈的组态，在深度负反馈的条件下，计算图 3.1 (a)

和图 3.1 (b) 中电压闭环增益  $\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 。

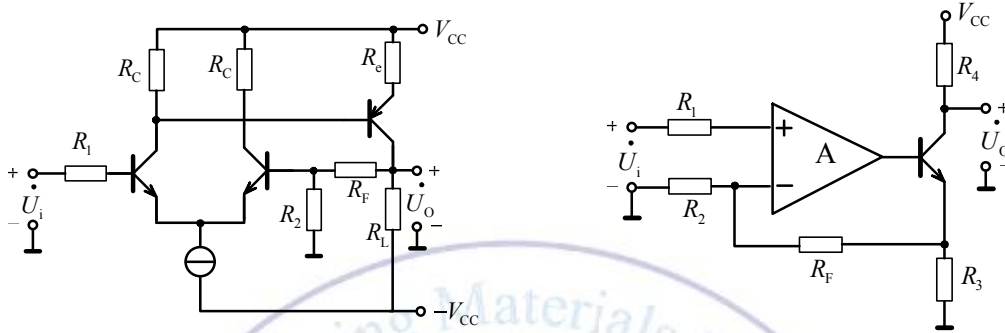


图 3.1 (a)

图 3.1 (b)

2. 如图 3.2 所示的电路中，运算放大器和乘法器都具有理想的特性，其中  $K < 0$ ，电路工作于线性区，已知  $u_{I1} < 0$ ，在图中标出运放  $A_1$  的同相输入端“+”与反相输入端“-”，并求  $u_o$  的表达式。

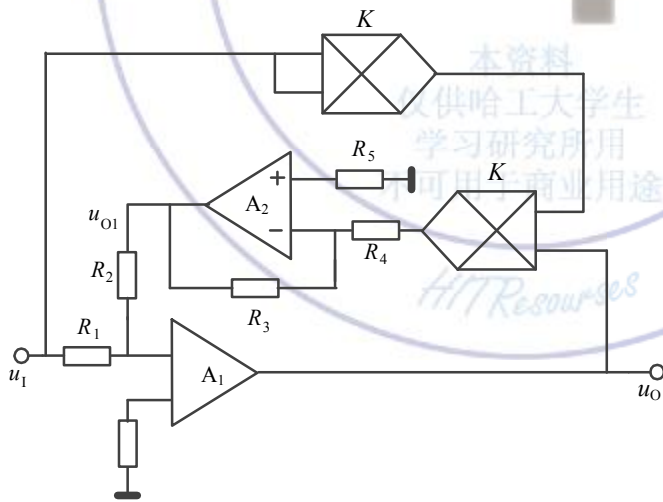


图 3.2

授课教师 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 院系 \_\_\_\_\_

密 封 线

3. 连接如图 3.3 (a) 和 (b) 所示电路，让其能够产生正弦波振荡，并求正弦波输出频率  $f$  的表达式，其中  $C_b$  和  $C_e$  足够大。

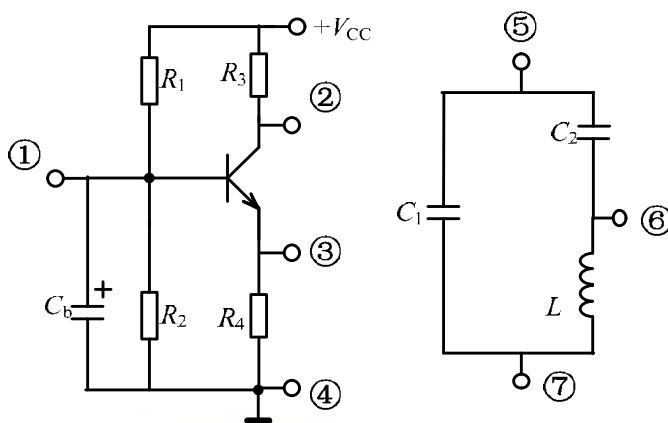


图 3.3 (a)

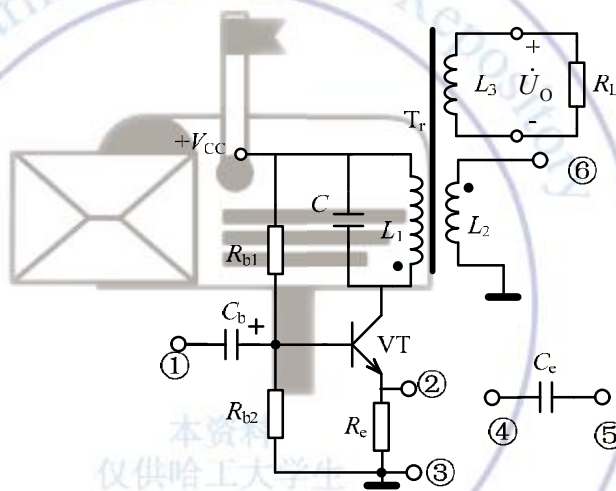


图 3.3 (b)

4. 假设图 3.4(a)电路的输入电阻和输出电阻均为  $4k\Omega$ ;图 3.4(b)中电路的输入电阻为  $60k\Omega$ , 输出电阻为  $50\Omega$ 。当采用图 3.4(a)和图 3.4(b)构成两级放大电路，信号源为含  $200\Omega$  内阻的电压源信号，输出端带  $4k\Omega$  的负载。试问下面两种情况，哪种情况下总的源电压放大倍数大？简要地写出关键推导过程。

- (1) 图(a)作为第一级，图(b)作为第二级；
- (2) 图(b)作为第一级，图(a)作为第二级；



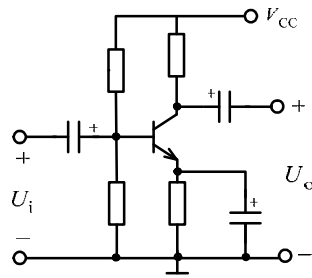


图 3.4 (a)

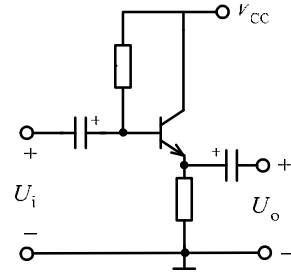


图 3.4 (b)

得分

四、(10 分) 电路如图 4 所示。差分对管电流放大倍数均为  $\beta$ ，晶体管集电极静态电位为  $U_c$ ，回答以下问题。

1. 画出  $VT_1$  所在半边差模微变等效电路；
2. 若晶体管动态输入电阻  $r_{be}$  已知，求双端输出时差模放大倍数  $A_{ud} = \frac{u_{O1} - u_{O2}}{u_{i1} - u_{i2}}$ ；
3. 若已知差分放大电路的单端对地输出共模放大倍数为  $A_{uc}$ ，分别写出  $u_{O1}$  和  $u_{O2}$  的表达式（含共模和差模信号）；
4. 写出输出电压  $u_o$  的表达式。

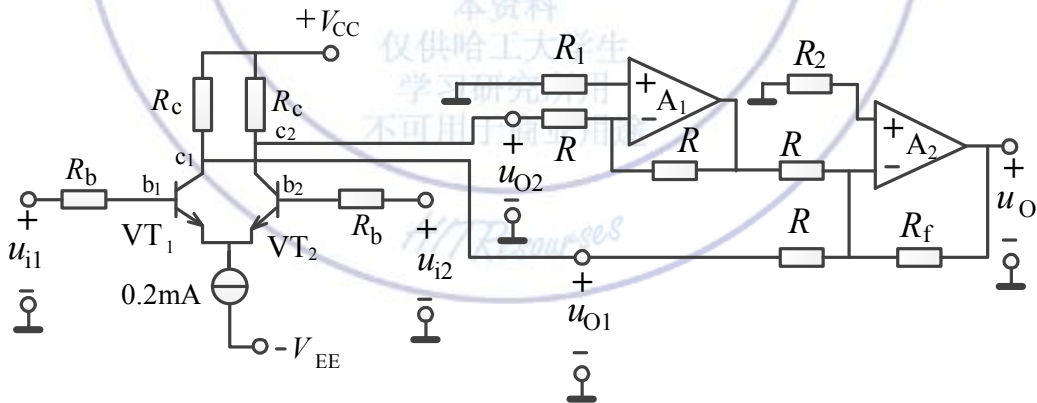


图 4

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线



得分

五、(10分) 图 5 (a) 所示电路中集成运放的最大输出电压为 $\pm 15V$ ，稳压管  $VD_{Z1}$  的稳压值 $\pm U_{z1} = \pm 2V$ ， $VD_{Z2}$  的稳压值 $\pm U_{z2} = \pm 6V$ ， $R_1 = R_2 = R_3 = R =$

$10k\Omega$ ， $C = 0.1\mu F$ ， $R_4 = 40k\Omega$ ， $R_G = 20k\Omega$ ， $U_{REF} = 6V$ 。回答：

1. 指出虚线框 A 和 B 分别为何种电路？
2. 输出不失真的前提下求  $u_{O1}$  获得最大输出峰—峰值是多少？
3. 在图 5 (b) 中画出  $u_O$  对  $u_{O2}$  的传输特性曲线；
4. 在  $u_{O1}$  获得最大输出峰—峰值的前提下，在图 5 (c) 中画出  $u_{O2}$  和  $u_O$  的波形，并在图中标明幅值 ( $u_O$  的初始值为  $-U_{z2}$ )。
5. 求出  $u_O$  的频率。

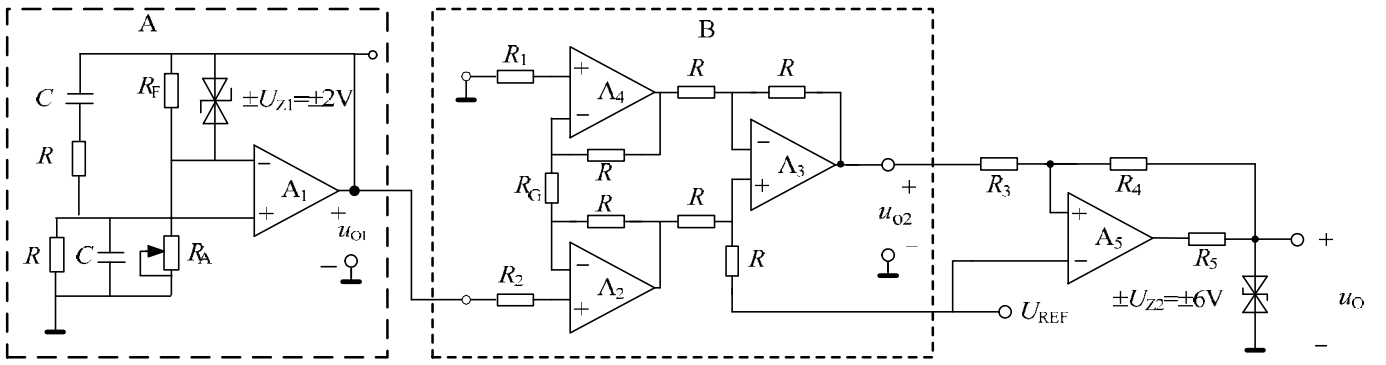


图 5 (a)

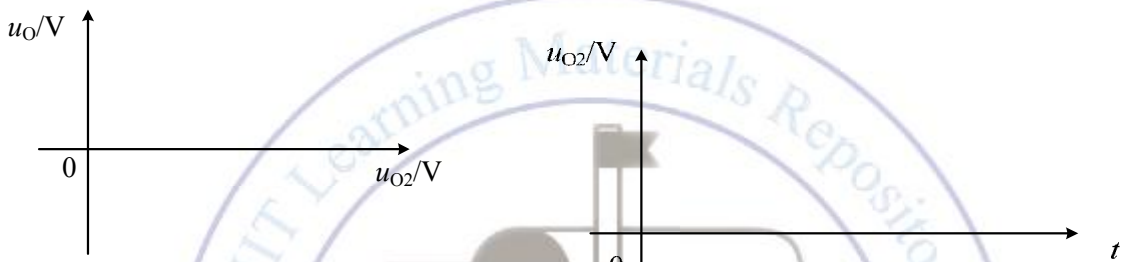


图 5 (b)

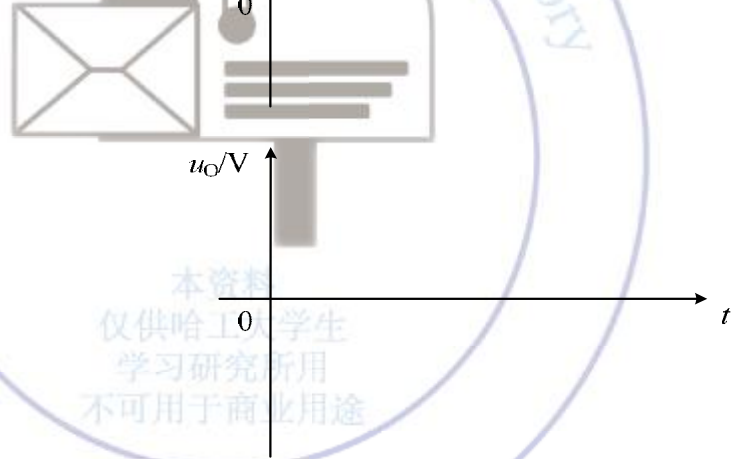


图 5 (c)

授课教师  
姓名  
学号  
院系

密封线

得分

六、(6分)如图6所示电路中， $u_1$ 为工频50Hz交流电源， $u_2$ 的有效值为30V，稳压管 $D_Z$ 的稳压值为 $U_Z=7.3V$ ，电阻 $R_C$ 和 $R$ 取值合理，晶体管均为硅管，晶体管 $T_2$ 的发射结压降 $U_{BE}=0.7V$ 。调整管 $T_1$ 的饱和压降 $U_{ces}=1V$ ，电容 $C$ 右侧电路的等效电阻约为 $40\Omega$ 。

1. 求整流桥二极管承受的最大反向电压；
2. 设计电容 $C$ 的参数；
3. 求输出 $U_O$ 的稳压范围。

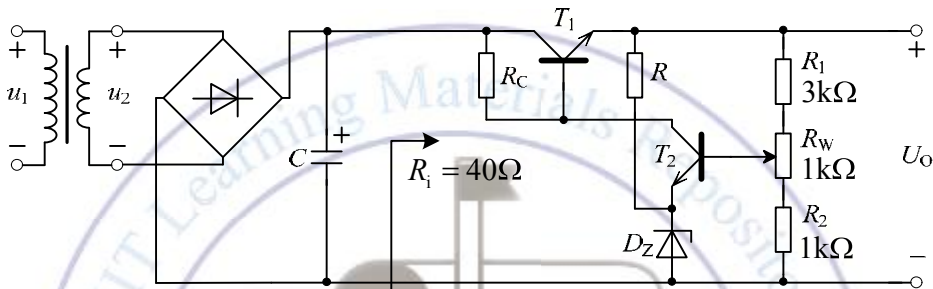


图6

得分

七、(8分)电路如图7(a)所示，设 $A_1$ 和 $A_2$ 为理想运算放大器， $VD_1$ 、 $VD_2$ 和 $VD_3$ 为理想二极管， $u_1 > 0$ ， $\pm U_Z = \pm 6V$ ， $R = 4k\Omega$ ， $R_w = 4k\Omega$ ， $R \gg R_4$ ， $R_1 = 3k\Omega$ ， $R_2 = 1k\Omega$ ， $C = 1\mu F$ ，试分析电路的工作原理，并回答以下问题：

1. 当滑动变阻器 $R_w$ 处于中间位置时，为使 $u_{o2}$ 输出三角波， $u_1$ 应该取何值？
2. 当滑动变阻器 $R_w$ 处于最左端，电容 $C$ 上的初始电压 $u_c(t=0) = 0V$ ， $u_{o1}(t=0) = +U_Z$ 。在图7(b)中画出 $u_{o1}$ 、 $u_{o2}$ 的波形，并标明幅值，说明该电路实现的功能，写出 $u_{o2}$ 的振荡周期 $T$ 的表达式；
3. 在第2问的前提条件下， $u_1$ 的波形如图7(c)所示，定性地画出 $u_{o2}$ 的波形。

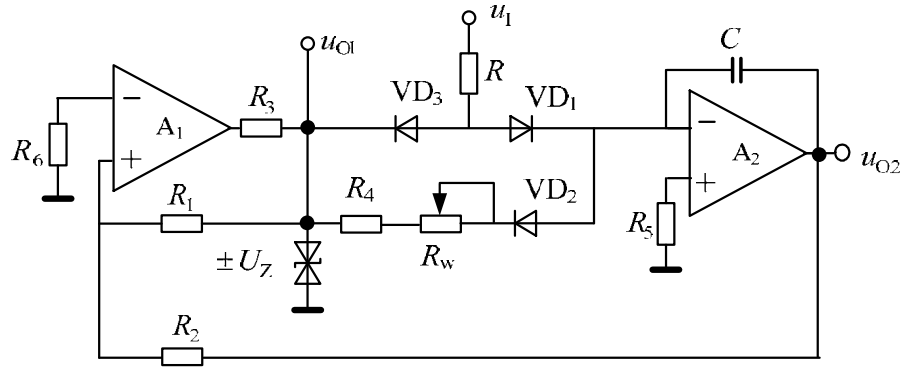


图 7 (a)

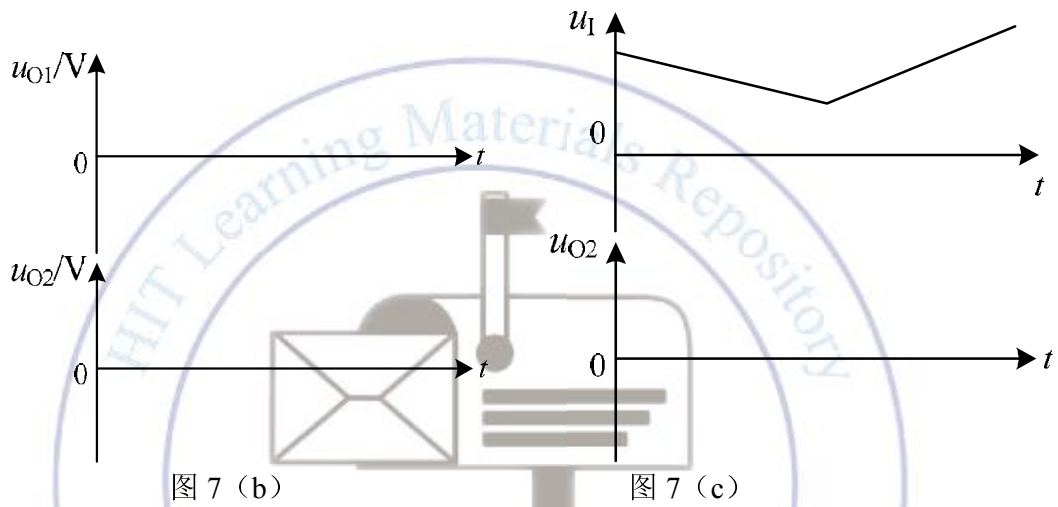


图 7 (b)

图 7 (c)

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

哈尔滨工业大学 2018 学年 秋 季学期

模拟电子技术基础 试 题

主管 领导 审核 签字

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
阅卷人								

片纸鉴心 诚信不败

授课教师

姓名

学号

院系

密 封 线

得分

一、填空（10分）

1. 在放大电路中工作于放大区的晶体管电极的电流幅值及方向如图 1.1 所示，图 1.1(a)中管脚 2 为\_\_\_\_\_（A. 发射极 B. 基极 C. 集电极），图 1.1(b)中管脚 2 为\_\_\_\_\_（A. 发射极 B. 基极 C. 集电极）。

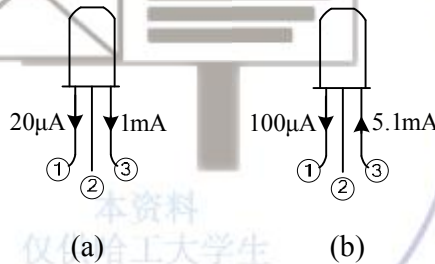


图 1.1

2. 某多级放大电路幅频和相频特性如图 1.2 所示，则该电路的耦合方式为：\_\_\_\_\_（A. 直接耦合 B. 阻容耦合 C. 变压器耦合），该电路电压放大倍数的频率特性表达式为：\_\_\_\_\_。

若给此放大电路加入由电阻构成的负反馈网络，且反馈系数  $|F| = 0.01$ ，判断该负反馈放大电路是否会产生自激振荡：\_\_\_\_\_（A. 会 B. 不会）。

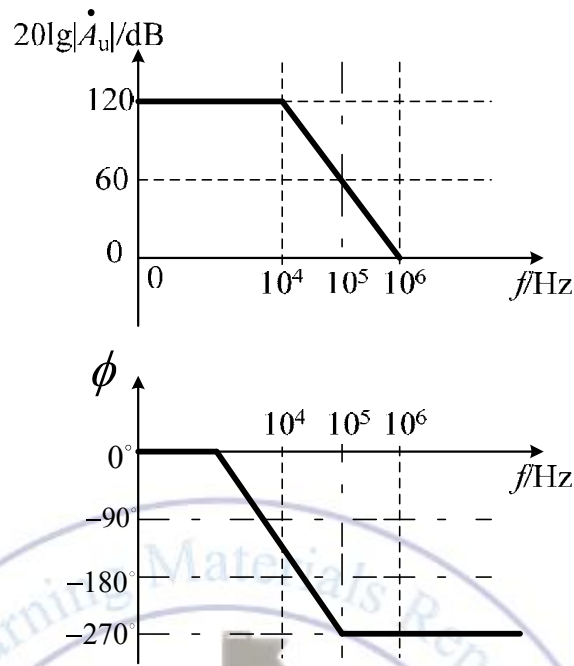


图 1.2

3. 基本放大电路如图 1.3(a)、(b)所示，图(a)虚线框内为电路 I，图(b)虚线框内为电路 II。由电路 I、II 组成的多级放大电路如图(c)、(d)、(e)所示，它们均正常工作。图(c)、(d)、(e)所示电路中，输入电阻较大的电路为\_\_\_\_\_，输出电阻较小的电路为\_\_\_\_\_，针对不同的  $R_S$ 、 $R_L$  情况，为使源电压增益最大，结构最合理的电路为\_\_\_\_\_。（可为多选）

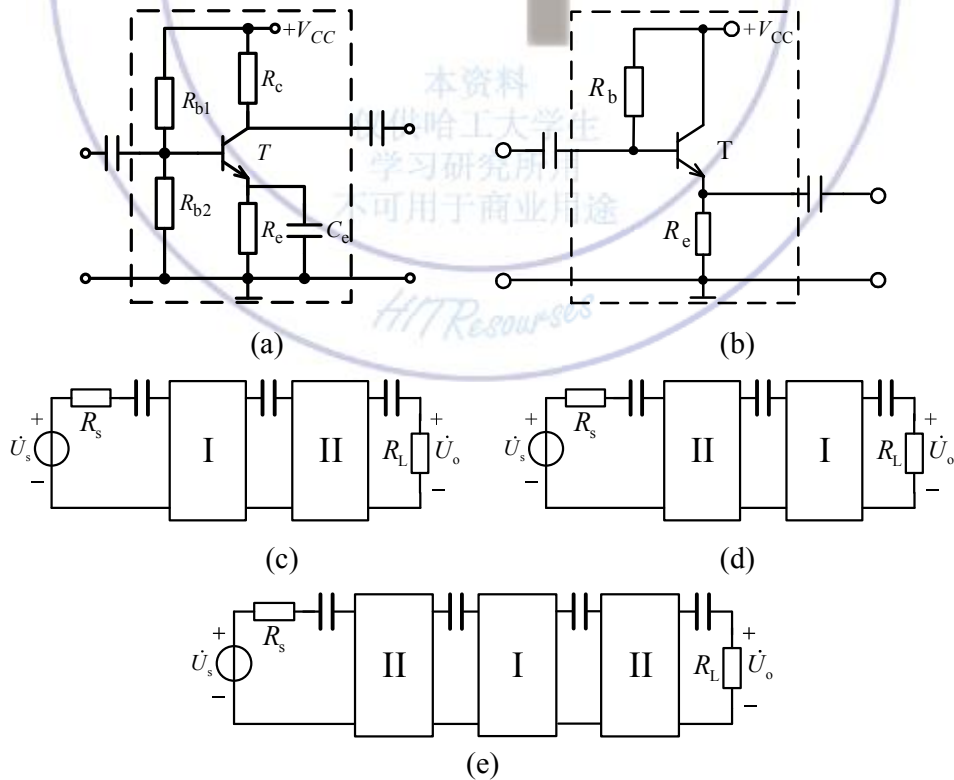


图 1.3

4. 电路如图 1.4 所示，运算放大器和模拟乘法器都具有理想特性，若运放工作在线性区，则模拟乘法器比例因子应满足：\_\_\_\_\_ (A.  $K_1K_2 > 0$  B.  $K_1K_2 < 0$ )，在此条件下写出的  $u_o$  表达式\_\_\_\_\_。

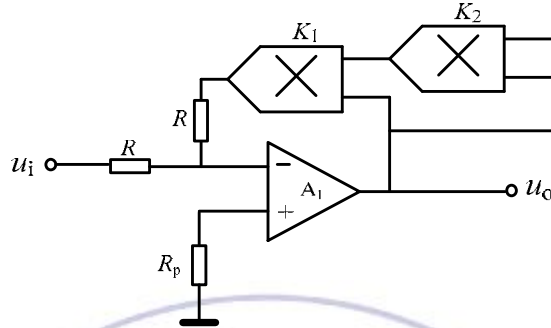


图 1.4

得分

二、(10 分) 电路如图 2 所示， $r_{be}$  为已知， $U_{BEQ}=0.7V$ ， $R_b=100k\Omega$ ， $R_c=6.2k\Omega$ ， $R_e=15k\Omega$ ， $R=10k\Omega$ ，晶体管电流放大倍数  $\beta=100$ 。电路中耦合电容容量足够大。试求：

1. 计算三极管的静态工作点 ( $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$ ,  $U_{CEQ}$ )；
2. 写出输入电阻  $R_i$  的表达式 (不计算数值)；
3. 写出中频电压放大倍数  $A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$  的表达式 (不计算数值)。

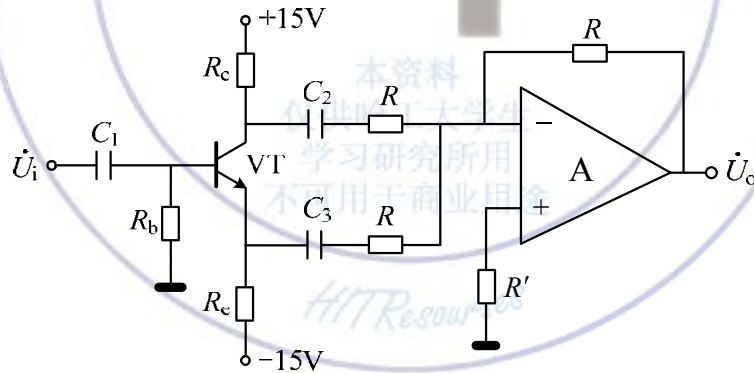


图 2

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线



得分

三、(13分) 简答题。

1. 判断图 3.1 电路中的反馈是正反馈还是负反馈？负反馈的反馈组态？（多级放大电路只判断级间反馈极性及其组态）。

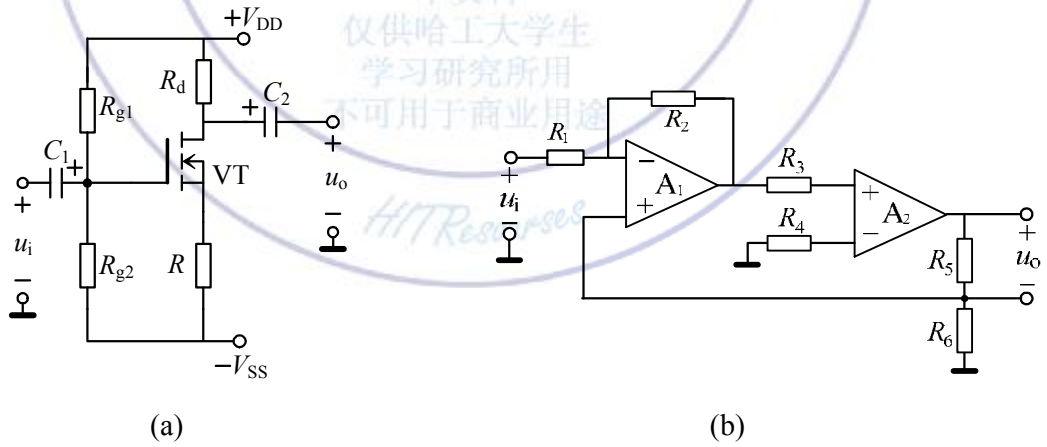


图 3.1

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

2. 电路如图 3.2(a)所示，电容  $C_1$ 、 $C_2$  容量足够大，试从相位平衡条件判断电路能否产生正弦波振荡？若能振荡，请写出振荡频率的表达式。请回答如何满足幅值平衡条件？

电路如图 3.2(b)所示，电容  $C_1$ 、 $C_2$  容量足够大，试从相位平衡条件判断电路能否产生正弦波振荡？若能振荡，请写出振荡频率的表达式。

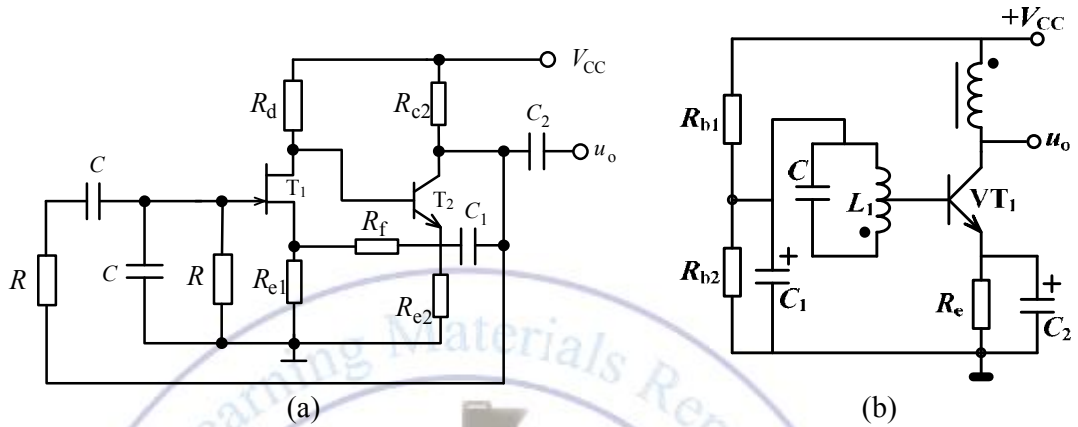


图 3.2

3. 图 3.3 是由 CW317 组成的输出可调稳压电路，已知  $U_{21}=1.2V$ ，漏电流  $I_A \ll I_{R1}$ 。

- (1) 若流过  $R_1$  的电流为  $5\sim 10mA$ ，求  $R_1$  的取值范围；
- (2) 若  $R_1=210\Omega$ ，调节电位器使  $R_2=3k\Omega$ ，求输出电压  $U_O$ ；
- (3) 若  $R_1=210\Omega$ ，调节  $R_2$  从 0 变化到  $6.2k\Omega$ ，求输出电压  $U_O$  的调节范围。

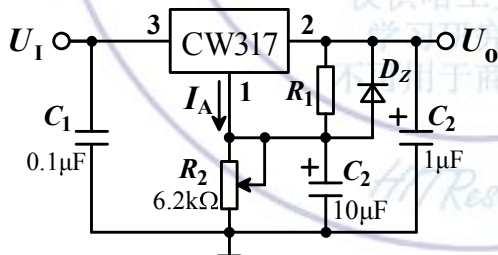


图 3.3

得分

四、(7分) 电路如图4所示，已知  $R_1=50\text{k}\Omega$ ， $R_2=R_3=100\text{k}\Omega$ ， $R_4=2\text{k}\Omega$ ，集成运放输出电压的最大幅值为 $\pm 14\text{V}$ 。

1. 求  $u_o$  与  $u_i$  的关系式；
2. 若  $u_i$  为  $2\text{V}$  直流信号，求  $R_2$  短路时的输出电压  $u_o$ ；
3. 若  $u_i$  为  $2\text{V}$  直流信号，求  $R_4$  短路时的输出电压  $u_o$ 。

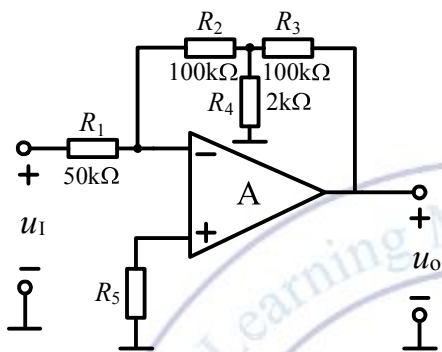
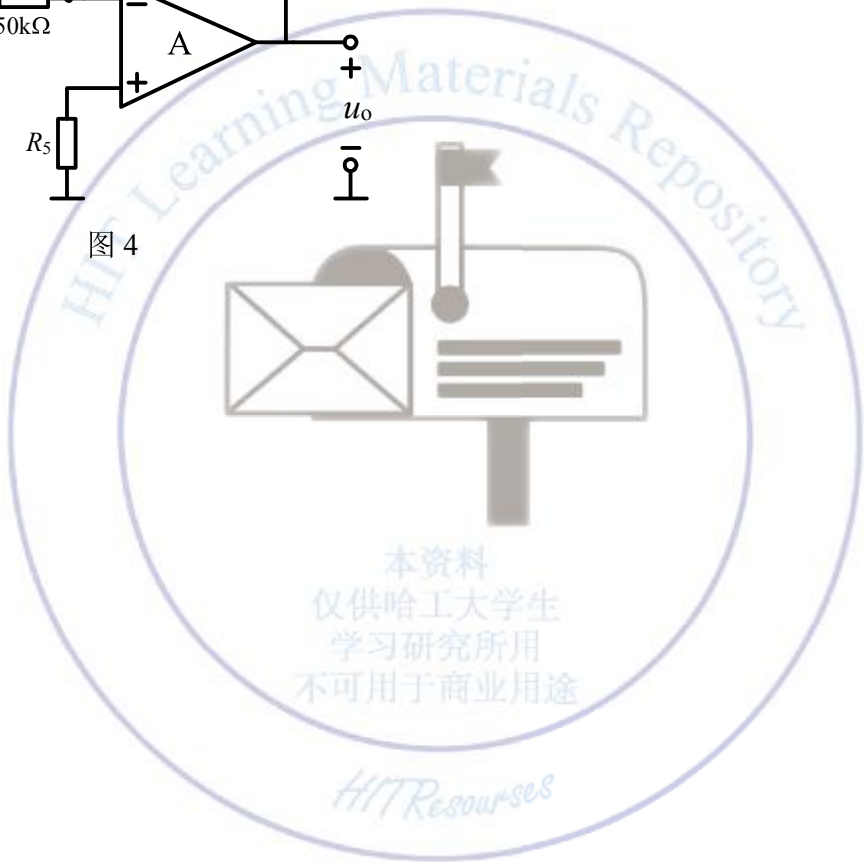


图4



授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

得分

五、(10分) 在图 5 所示的差动放大电路中，电路具有合适的静态工作点，已知两个晶体管的电流放大系数均为  $\beta$ ，输入电阻均为  $r_{be}$ ，电位器  $R_W$  的滑动端位于中点。

1. 分别画出  $VT_2$  所在半边差模、半边共模微变等效电路。
2. 写出差模电压放大倍数  $A_{ud}$  的表达式。
3. 写出共模抑制比  $K_{CMR}$  的表达式。

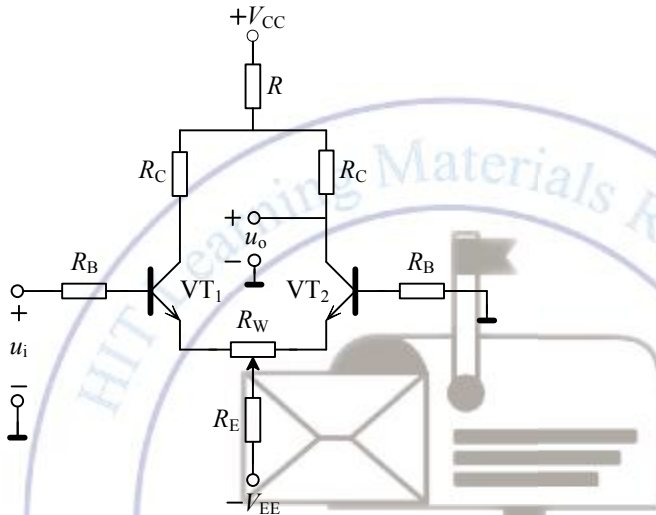


图 5

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

得分

六、(8分) 图6所示电路中，已知  $V_{CC}=15V$ ， $R_1=1k\Omega$ ， $R_L=10\Omega$ ， $T_1$  和  $T_2$  管的饱和管压降  $|U_{CES}|=1V$ ，集成运放的最大输出电压幅值为  $\pm 13V$ 。

1. 为了提高输入电阻，稳定输出电压，应引入哪种组态的交流负反馈？请在图6中连线完成。
2. 若输入  $u_i$  为正弦信号且电压幅值足够大，则电路的最大不失真输出功率为多少？
3. 若  $U_i=0.1V$  时， $U_o=5V$ ，计算电阻  $R_f$  的取值。

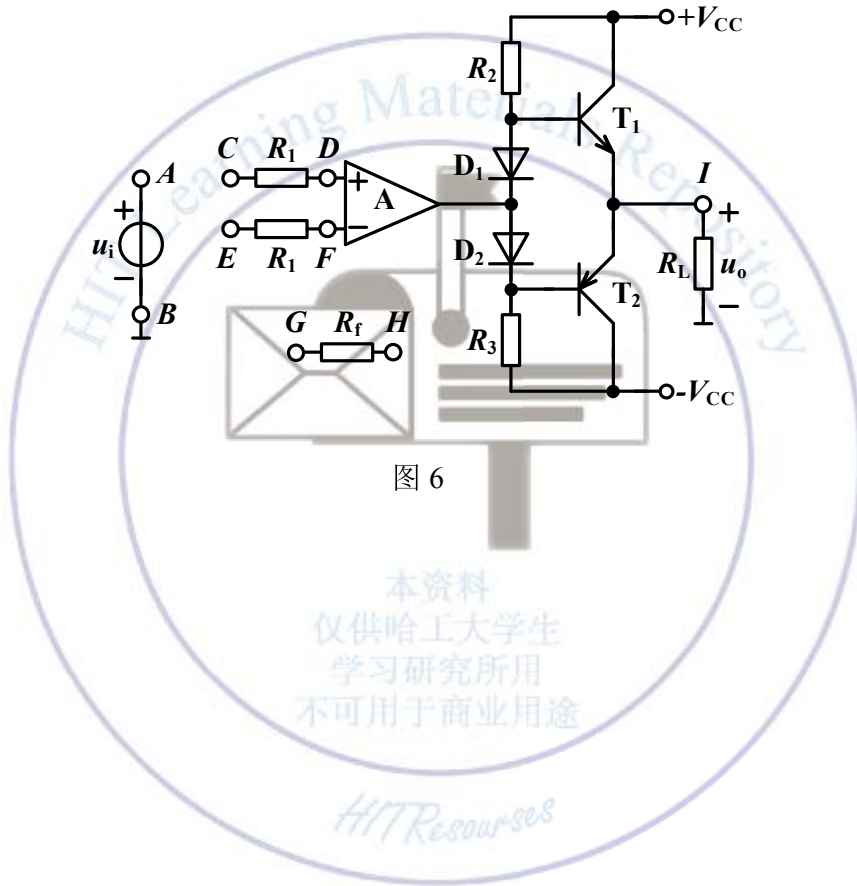


图6

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

得分

七、(12分) 非正弦波振荡电路如图 7 (a) 所示。A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 均为理想集成运放，最大输出电压为 ±U<sub>OM</sub>，且 V<sub>CC</sub> > U<sub>OM</sub> > U<sub>Z</sub>；t = 0 时，u<sub>O1</sub>(0) = +U<sub>Z</sub>、u<sub>O2</sub>(0) = 0。

- 若要电路产生非正弦波振荡，则 U<sub>p2</sub> 的变化范围是多少？
- 若要 u<sub>O1</sub> 的占空比为 60%，则 U<sub>p2</sub> 应如何取值？在图 7 (b) 中定性画出此占空比条件下 u<sub>O1</sub>、u<sub>O2</sub> 随时间变化的曲线，需明确标出幅值并写出周期 T 的表达式，画满至少一个周期。
- U<sub>p2</sub> 缓慢变化的波形如图 7 (c) 所示，定性画出 u<sub>O2</sub> 的波形。

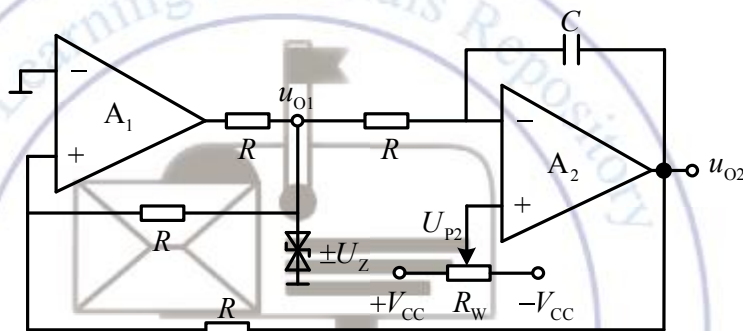


图 7 (a)



图 7 (b)

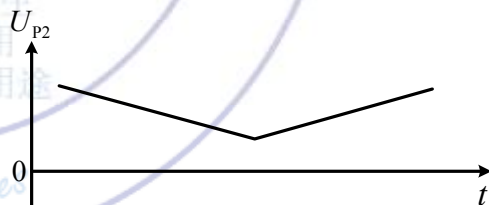


图 7 (c)



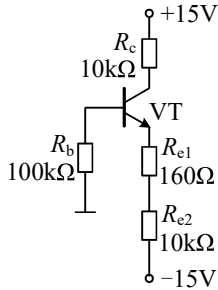
2011年春季答案

一、(10分) 每空1分

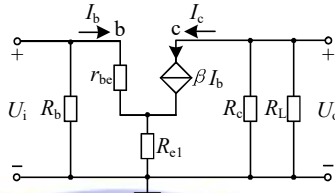
1. B; 2. 截止失真、调小; 3.  $u_1$ 、0; 4. D、C、A; 5. 串联、电流

二、(14分)

1. 直流通路 (2分)



2. 微变等效电路 (2分)



2. 静态工作点 (3分)

$$I_{BQ} = \frac{15V - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)(R_{e1} + R_{e2})} \approx 12.7\mu A, \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.27mA, \quad U_{CEQ} = 30V - I_{CQ}(R_c + R_{e1} + R_{e2}) \approx 4.4V$$

3. (7分)

$$r_{be} = r_{bb'} + \frac{26mV}{I_{BQ}} \approx 2.35k\Omega \quad (1 \text{分})$$

$$\dot{A}_{u_i} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta(R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}} \approx -27 \quad (2 \text{分})$$

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}] \approx 15.6k\Omega \quad (2 \text{分})$$

$$R_o = R_c \approx 10k\Omega \quad (2 \text{分})$$

三、(4分)

$$u_p = U_o \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1 \text{分}) \quad u_N = U_o - 15V \cdot \frac{R}{R + R_f} \quad (1 \text{分}) \quad u_p = u_N \quad (1 \text{分}) \quad U_o = \frac{15V \cdot R}{R + R_f} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \quad (1 \text{分})$$

四、(6分)

$$1. P_{omax} = \frac{U_{om}^2}{2R_L} \approx 14.1W \quad (3 \text{分})$$

$$2. 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (3 \text{分})$$

五、(6分)

(a) 电压串联负反馈 (3分)

(b) 电流串联负反馈 (3分)

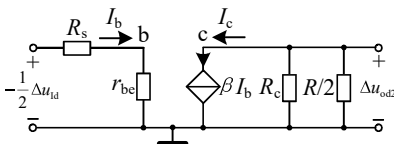
六、(6分)

(a) 能振,  $f = \frac{1}{2\pi RC}$  (3分)

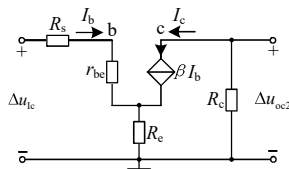
(b) 不能振, 静态时, 因此放大电路部分不能正常工作(3分)

七、(8分)

1. 半边差模(2分)



2. 半边共模(2分)



2.

$$A_{ud2} = \frac{\Delta u_{od2}}{\Delta u_{id}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta u_{od2}}{-\frac{1}{2} \cdot \Delta u_{id}} = -\frac{1}{2} \cdot \left( -\frac{\beta(R_c // \frac{R}{2})}{R_s + r_{be}} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\beta(R_c // \frac{R}{2})}{R_s + r_{be}} \quad (1 \text{分})$$

$$A_{uc2} = \frac{\Delta u_{oc2}}{\Delta u_{ic}} = -\frac{\beta R_c}{R_s + r_{be} + (1 + \beta)R_c} \quad (1 \text{分})$$



$$\Delta u_{O2} = \Delta u_{id} A_{ud2} + \Delta u_{ic} A_{uc2} = \frac{\Delta u_1}{2} \cdot \frac{\beta \left( R_c // \frac{R}{2} \right)}{R_s + r_{be}} - \frac{\Delta u_1}{2} \cdot \frac{\beta R_c}{R_s + r_{be} + (1 + \beta) R_c} \quad (2 \text{ 分})$$

八、(6分)

1.  $\frac{u_{O1} - u_{O2}}{R_1 + 2R_2} = \frac{u_1}{R_1}$ ,  $u_{O1} - u_{O2} = 3u_1$  (3分)

2.  $u_A = -\frac{R_{F2}}{R_7} u_O = -u_O$

$u_{P3} = \frac{R_{F1}}{R_3 + R_{F1}} u_{O2} + \frac{R_3}{R_3 + R_{F1}} u_A = \frac{1}{2} u_{O2} + \frac{1}{2} u_A = \frac{1}{2} u_{O2} - \frac{1}{2} u_O$  (1分)  $u_{N3} = \frac{R_{F1}}{R_3 + R_{F1}} u_{O1} = \frac{1}{2} u_{O1}$  (1分)

$u_O = u_{O2} - u_{O1} = -3u_1$  (1分)

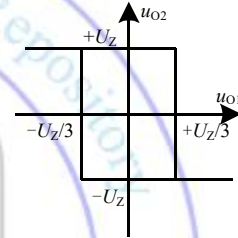
九、(10分)

1. 滞回比较器(1分)

电压传输特性曲线(3分)

$u_{O2} = +U_Z$  时,  $u_{P2} = +U_Z \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3} U_Z$

$u_{O2} = -U_Z$  时,  $u_{P2} = -U_Z \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -\frac{1}{3} U_Z$



2. (4分)

$u_{O2} = +U_Z$  时,  $i_C = i_{R1} - i_{R2} = \frac{u_1 - \frac{1}{2} u_1}{R_1} - \frac{\frac{1}{2} u_1}{R_2} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{u_1}{R_1}$ ,  $u_{O1}$  增加

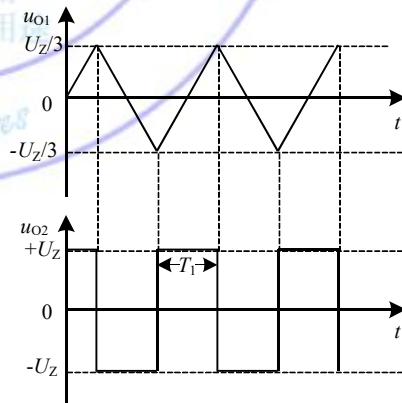
$u_{O2} = -U_Z$  时,  $i_C = i_{R1} = \frac{\frac{1}{2} u_1}{R_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{u_1}{R_1}$ ,  $u_{O1}$  减小

$u_{O1}$  增加和减小的速度相等。

3. (2分)

$$\frac{1}{3} \cdot U_Z - \left( -\frac{1}{3} \cdot U_Z \right) = -\frac{1}{C} \int_0^{\pi} -\frac{1}{2} \cdot \frac{u_1}{R_1} dt = \frac{u_1}{2R_1 C} T_1$$

$$T_1 = \frac{4U_Z R_1 C}{3u_1}, \quad T = \frac{8U_Z R_1 C}{3u_1}, \quad f = \frac{3u_1}{8U_Z R_1 C}$$



一、选择与填空（共 6 分，每空 1 分）

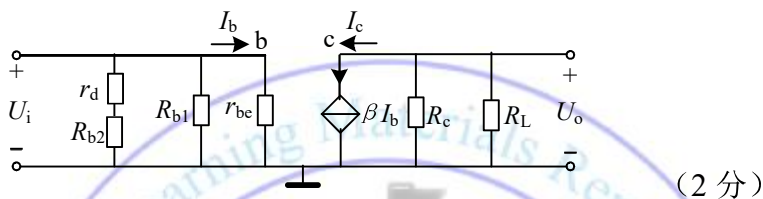
1、(a); 2、(a)(c); 3、电压，并联； 4、1,2

二、（共 10 分）

$$1、U_B = \frac{V_{CC} - U_D}{R_{b1} + R_{b2}} R_{b2} + U_D = \frac{V_{CC} R_{b2} + U_D R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}}; I_{BQ} = \frac{U_B - U_{BEQ}}{(1 + \beta) R_e}, I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ} (R_c + R_e) \quad (3 \text{ 分})$$

2、



$$3、A_u = -\frac{\beta(R_c \parallel R_L)}{r_{be}}, R_i = r_{be} \parallel R_{b1} \parallel (r_d + R_{b2}), R_o \approx R_c \quad (3 \text{ 分})$$

4、截止失真 (2 分)

三、简答题（共 15 分）

1、（6 分）

$$U_{omax} \approx V_{CC} = 15V; P_{omax} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = 22.5W; u_{CEmax} \approx 2V_{CC} = 30V$$

2、（4 分）

(1) 能产生正弦波振荡; (1 分)

(2)  $R_1=2R$ 、 $R_2=R$ 、 $R_3=2R$  (3 分)

3、（5 分）

(1) I——1 阶高通； II——1 阶低通； (2 分)

(2) 带阻； (1 分)

$$(3) 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_5}{R_4}; \frac{1}{R_3 C_1} > \frac{1}{R_5 C_2} \quad (2 \text{ 分})$$

四、（共 8 分）

1、32V; (2 分)

2、250Ω; (2 分)

$$3、\frac{R_1 + R_2}{R_1} \times 1.25V \leq 25V, R_2 \leq 3.8k\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

4、33.75V (2 分)

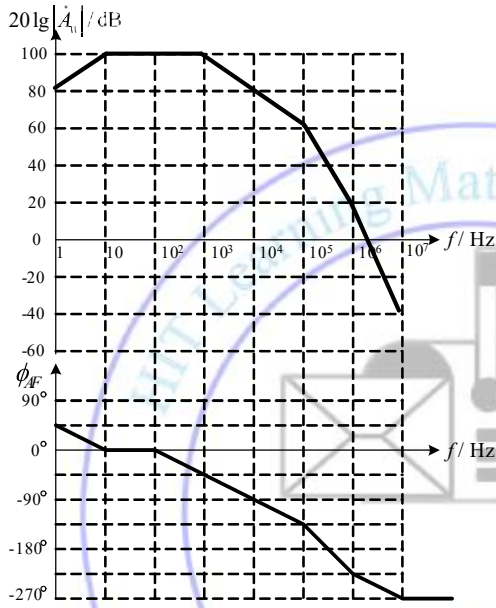
七、(共 7 分)

$$1、\dot{A}_{u_i} = -10^5 \frac{j\frac{f}{10} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1 + j\frac{f}{10} \cdot 1 + j\frac{f}{10^3} \cdot 1 + j\frac{f}{10^5} \cdot 1 + j\frac{f}{10^6}}$$

$$\dot{A}_{u_{ri}} = -10^5, f_H = 10^3 \text{Hz}, f_L = 10 \text{Hz};$$

(3 分)

2、



(2 分)

3、会产生自激振荡；

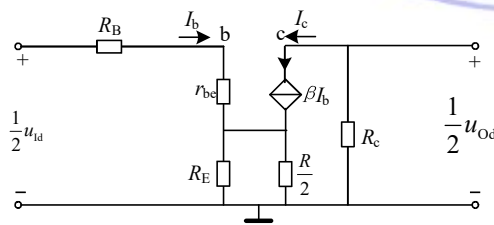
(1 分)

4、 $\dot{F} = -0.01$

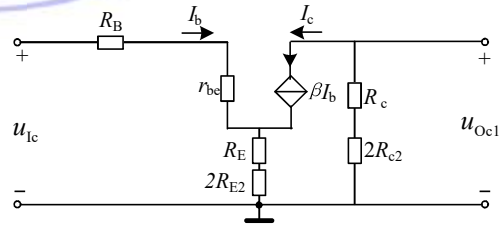
(1 分)

五、(共 10 分)

1、(4 分)



差模



共模

$$2、A_{ud} = -\frac{\beta R_c}{R_B + r_{be} + (1 + \beta) \left( R_E // \frac{R}{2} \right)};$$

(3 分)

3、双端输出， $K_{CMR} = \infty$ ；

(1 分)

单端输出， $A_{u_{c1}} = -\frac{\beta(R_c + 2R_{c2})}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E + 2R_{E2})}$ ， $A_{ud1} = \frac{1}{2} A_{ud}$ ， $K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud1}}{A_{u_{c1}}} \right|$  (2 分)

六、(共 6 分)

1、仪用放大器； (2 分)

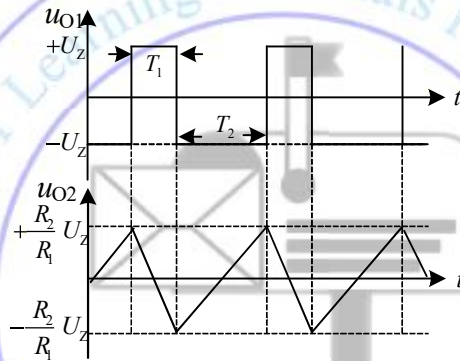
$$2、 u_{o1} - u_{o2} = \frac{R_1 + R_2 + R_G}{R_G} u_1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$3、 u_o = -\frac{R_4}{R_3} u_{o1} + \frac{R_6}{R_5 + R_6} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} u_{o2} + \frac{R_5}{R_5 + R_6} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} U_{REF} \quad (2 \text{ 分})$$

八、(共 8 分)

(1)  $U_{O1} = +U_Z$  时,  $i_C = \frac{U_Z + U_{P1}}{R_{W1}}$ ,  $U_{O2}$  下降 (快)

$U_{O1} = -U_Z$  时,  $i_C = \frac{-U_Z + U_{P1}}{R_{W1}}$ ,  $U_{O2}$  上升 (慢)



(3 分)

$$(2) u_{O2M} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z; T_1 = \frac{2R_2 R_{W1}'' C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z + U_{P1}}, T_2 = \frac{2R_2 R_{W1}' C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}}, T = T_1 + T_2 \quad (3 \text{ 分})$$

(3)  $R_{W2}$  滑动端从下向上滑动,  $U_{P2}$  下降,  $U_{P1}$  随之下降

$$T = \frac{2R_2 R_{W2}'' C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z + U_{P1}} + \frac{2R_2 R_{W2}' C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}} = \frac{2R_2 R_{W2}'' C}{R_1} \frac{U_Z}{U_Z - U_{P1}} - \frac{2R_2 R_{W2}' C}{R_1} \frac{2U_Z^2}{U_Z^2 - U_{P1}^2}$$

所以  $u_{O2}$  周期  $T$  变小、占空比增加 (1 分)

(4)  $R_{W2}$  滑动端从下向上滑动,  $U_{P2}$  下降,  $U_{P3}$  随之下降

$$u_{O2} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z + \frac{R_1 + R_2}{R_1} U_{P3}$$

$u_{O2}$  向下平移 (1 分)

2013年春季答案

一、

- 1、 c, a;      2、 b, a;      3、 9W;      4、 电压，并联

二、

1.

$$V'_{CC} = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} = 3.75$$

$$R'_b = R_{b1} // R_{b2} = 15k\Omega$$

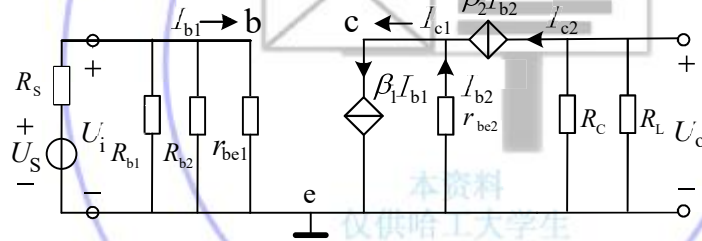
$$I_{BQ1} = \frac{V'_{CC} - U_{BEQ1}}{R'_b + (1 + \beta_1)R_e} = 22.3\mu A$$

$$I_{CQ1} = \beta_1 I_{BQ1} = 1.34mA$$

$$I_{CQ2} \approx I_{EQ2} = I_{CQ1} = 1.34mA$$

$$I_{BQ2} = \frac{I_{CQ2}}{\beta_2} = 22.3\mu A$$

2.



3.

$$r_{be1} = r_{bb'} + \frac{26mV}{I_{BQ1}} = 1.47k\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-i_{c2}(R_C // R_L)}{i_{b1}r_{be1}} \approx \frac{-i_{c1}(R_C // R_L)}{i_{b1}r_{be1}} = \frac{-\beta_1(R_C // R_L)}{r_{be1}} = -49$$

三、

1. 计算电路的静态工作点

$$I_{E3} = \frac{U_Z - U_{BE}}{R_e} = 1mA$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_{E3}}{2} = 0.5mA$$

$$I_{E1} = I_{E2} \approx I_{C1} = 0.5mA$$

$$U_{C1} = U_{C2} = V_{CC} - I_{C1}R_C = 5V$$

$$U_{E1} = U_{B1} - U_{BE1} = -I_{B1}R_S - U_{BE1} = \frac{I_{C1}R_S}{\beta} - U_{BE1} \approx -0.7V$$

$$U_{CE1} = U_{C1} - U_{E1} = 5.7V$$

2. 计算差模电压放大倍数

$$r_{be1} = r_{be2} = r_{bb'} + (1 + \beta) \times \frac{26(mV)}{I_{E1}} = 5.6k\Omega$$

$$A_{ud} = \frac{u_O}{u_{id}} = -\frac{\beta R_C}{2(R_S + r_{be})} = -152$$

3.

$$u_{id} = 0.1, \quad u_{ic} = 4.95$$

$$A_{uc} = \left| \frac{A_{ud}}{1000} \right| = 0.15$$

$$u_O = A_{ud}u_{id} + A_{uc}u_{ic} = -152 \times 0.1 + 0.15 \times 4.95 = -14.46V$$

四、

1. (a)不能振荡, 修改如图 D4-1(a), 修改后振荡频率为  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}}$ 。

(b)不能振荡, 修改如图 D4-2 (b), 修改后振荡频率为  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

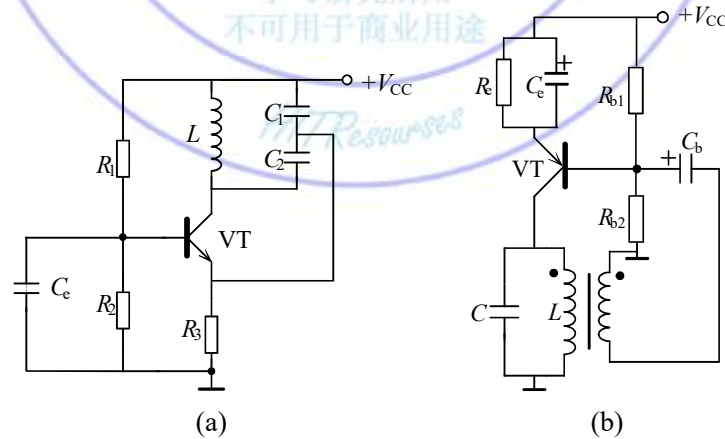


图 D4-1

2.

电压并联负反馈：1-5，3-6。

电流串联负反馈：2-5，4-6。

五、1.  $\frac{u_o - u_{11}}{R_2} = \frac{u_{11} - 2u_{12}}{R_2}$ ,  $u_o = 2u_{11} - 2u_{12}$

2. (1)  $u_1 < 0$ ; (2)  $u_o = \sqrt{-\frac{R_3 u_1}{KR_1}}$

六、1.  $R_{\max} = \frac{U_{I\min} - U_Z}{I_{Z\min} + I_{L\max}}$ ;  $R_{\min} = \frac{U_{I\max} - U_Z}{I_{Z\max} + I_{L\min}}$

2. 稳压管 1:  $R_{\max} = \frac{27V - 12V}{5mA + 20mA} = 0.6k\Omega$ ,

$R_{\min} = \frac{33V - 12V}{15mA + 5mA} = 1.05k\Omega$

$R_{\max} < R_{\min}$ , 所以无法选取合适的限流电阻

稳压管 2:  $R_{\max} = \frac{27V - 12V}{5mA + 20mA} = 0.6k\Omega$ ,

$R_{\min} = \frac{33V - 12V}{40mA + 5mA} = 0.47k\Omega$

能够选取合适的限流电阻，因此选用稳压管 2.

七、

1.  $u_{om} = \frac{R_1}{R_2} U_Z$ , 不受  $R_p$  的影响, 不变;  $f = \frac{R_2(1-k)}{4R_1R_4C}$ , 滑动端上移,  $k$

减小, 频率增大。

2.  $k=0$  时,  $f_{\max} = \frac{R_2}{4R_1R_4C} = 33Hz$ 。

3. 为保持  $\frac{R_1}{R_2}$  不变, 应减小  $R_4$  或  $C$ , 使  $R_4 = 15k\Omega$  或  $C = 0.01\mu F$ 。

4.  $\frac{R_1}{R_2} U_Z = U_Z$ ,  $R_1 = R_2 = 20k\Omega$ 。

5. 方波波形无变化; 三角波的平均值变为  $1.5U_{REF}$ , 波形上移。

八、1、占空比可调矩形波发生电路；

2、续流二极管；开关状态；

3、矩形波占空比  $D = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \times 100\% = \frac{R_1 + R'_w}{2R_1 + R_w} \times 100\%$

$$\frac{R_1}{2R_1 + R_w} \times 100\% \leq D \leq \frac{R_1 + R_w}{2R_1 + R_w} \times 100\%$$

$$25\% \leq D \leq 75\%$$

$$25\% \leq U_{o(AV)} = D \leq 75\%$$





哈工大 2014年春季学期

# 模拟电子技术 试 题(A)

班级	
学号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	平时	总分
分数										
评卷人										

得分

一、填空 (12分)

1. 某放大电路的幅频特性曲线如图 1 所示，已知  $A_u$  在中频段的相移为  $-180^\circ$ ，电路的中频电压增益为 60 dB，下限截止频率为 10 Hz，电压增益  $A_u$  的频率特性表达式为  $\frac{-1000jf/10}{(1+jf/10)(1+jf/10^4)}$ 。

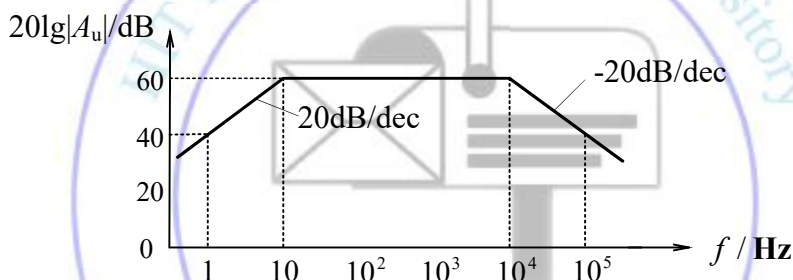


图 1

2. 某场效应管的输出与转移特性曲线如图 2 所示，说明该管为 N 沟道 结 型场效应管。

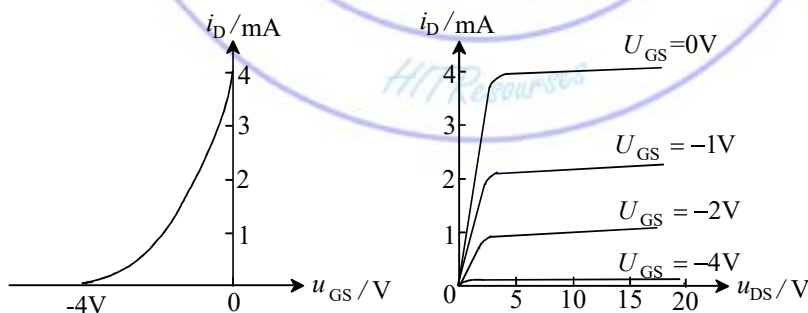


图 2

3. 图 3 所示电路中， $A_1$ 、 $A_2$  为理想运放，晶体管 VT 的  $U_{BE}=0.7V$ ，则晶体管发射极电压  $u_E$  = -0.7V，集电极电压  $u_C$  = 6V；若  $u_o=200mV$ ，则晶体管 VT 的电流放大系数  $\beta$  = 50。

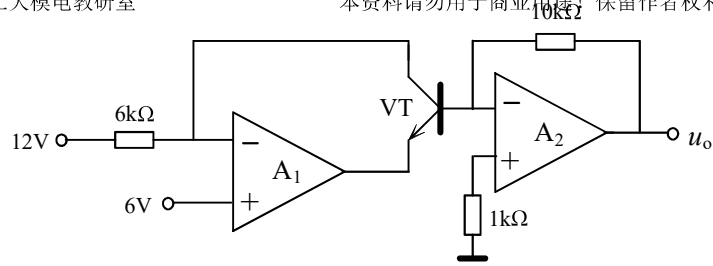


图 3

4. 电路如图 4 所示， $u_i$  为正弦电压，集成运放的最大输出电压为  $\pm 8V$ ，最大输出电流为  $\pm 20mA$ ， $VD_1$  和  $VD_2$  的管压降为  $0.7V$ ， $VT_1$  和  $VT_2$  的  $|U_{BE}| = 0.7V$ ，饱和压降  $|U_{CES}| = 2V$ ，则最大不失真输出功率为 4 W；为使负载得到最大的输出电流， $VT_1$  和  $VT_2$  的  $\beta$  值应不低于 50。

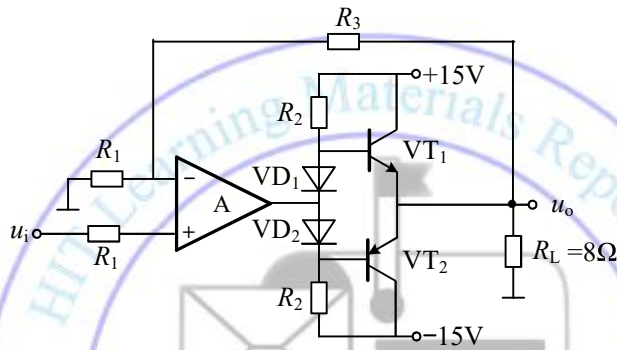


图 4

5. 图 5 所示电路是 低通（低通、高通、带通、带阻）滤波器，其截止频率  $f_p$  为  $1 / 2R_2C$ 。

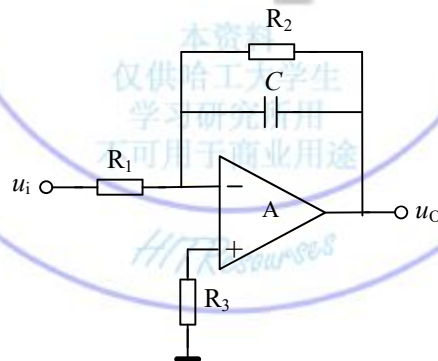


图 5

二、

$$1. u_o = -\frac{R_3}{R_2} \left(1 + \frac{2R_1}{R}\right) u_i$$

$$2. R_2 = 4k\Omega$$

$$3. u_{i_{max}} = 500mV \quad u_{o_{max}} = -9u_i = -4.5V$$

$$R_{L_{min}} = \frac{u_{o_{max}}}{I_{OM}} = \frac{4.5V}{5mA} = 900\Omega$$

三、

1 上+下一

2 电压串联负反馈

$$3. A_{uf} = 1 + \frac{R_1}{R_{e1}} = 20$$

四、(8分)

1. ④接⑧和⑦    ③接⑥    ①接⑩    ②接⑨

$$2. (a) \text{ 能 } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_2 + L_3)C}} \quad (b) \text{ 能 } f = f_0$$

五、

$$1. I_{BQ} = \frac{15V - U_{BEQ}}{R_1 + (1 + \beta)R_c} \approx 8.9\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 0.89mA$$

$$U_{CEQ} = 30V - I_{CQ}(R_c + R_e) \approx 11.1V$$

$$2. R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_1 // [r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R_{L2})] \approx 33k\Omega$$

$$3. \left| \frac{-\beta(R_c // R_{L1})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R_{L2})} \right| = \left| \frac{(1 + \beta)(R_c // R_{L2})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R_{L2})} \right|$$

$$R_{L1} = 0.49k\Omega$$

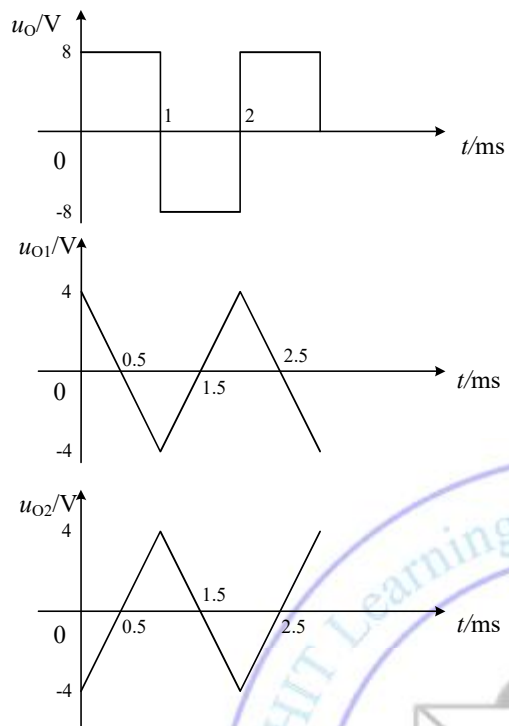
六、

$$1. u_o = 10(u_{i2} - u_{i1}) \frac{R_{p1}}{R_{p1}}$$

$$2. u_o = 10(u_{i2} - u_{i1}) = 100mv$$

$$3. u_o < 12V \quad R_{p1}' > 208\Omega$$

七.



$$U_{OM} = \pm 8V$$

$$U_{OM1} = \pm 4V \quad f = 500HZ$$

八

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_P + R_2}{R_1} (U_{32} + U_{EB}) = 53.2V$$

$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_P + R_2}{R_1 + R_P} (U_{32} + U_{EB}) = 17.7V$$

2015年春季答案

一、填空（8分）

1. P；增强型 MOSFET

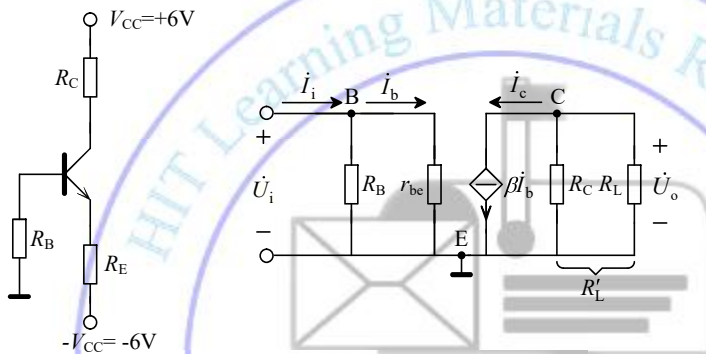
$$2. \dot{A}_u = \frac{-1000 \times j \frac{f}{10^2} \cdot j \frac{f}{10}}{(1 + j \frac{f}{10})(1 + j \frac{f}{10^2})(1 + j \frac{f}{10^5})(1 + j \frac{f}{10^6})}; \underline{100} \text{ Hz.}$$

3. 4W；C。

4. 100Ω；10V~15V。

二

解：1（4分）



2（2分）

$$0 - (-V_{CC}) = I_{BQ} \cdot R_B + U_{BE} + (1 + \beta) I_{BQ} \cdot R_E$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_B + (1 + \beta) R_E} \approx 0.01 \text{ mA}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1 \text{ mA}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - (-V_{CC}) - I_{CQ} (R_C + R_E) = 3.7 \text{ V}$$

3（4分）

$$r_{be} = 300 \Omega + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ}} = 2.9 \text{ k} \Omega$$

$$\dot{A}_u = - \frac{\beta (R_C // R_L)}{r_{be}} \approx -121$$

$$R_i = R_B // r_{be} \approx 2.9 \text{ k} \Omega$$

$$R_o = R_C = 7 \text{ k} \Omega$$

4（2分）

$R_E$  稳定静态工作点

$C_E$  旁路电容，交流通路中将  $R_E$  短路。

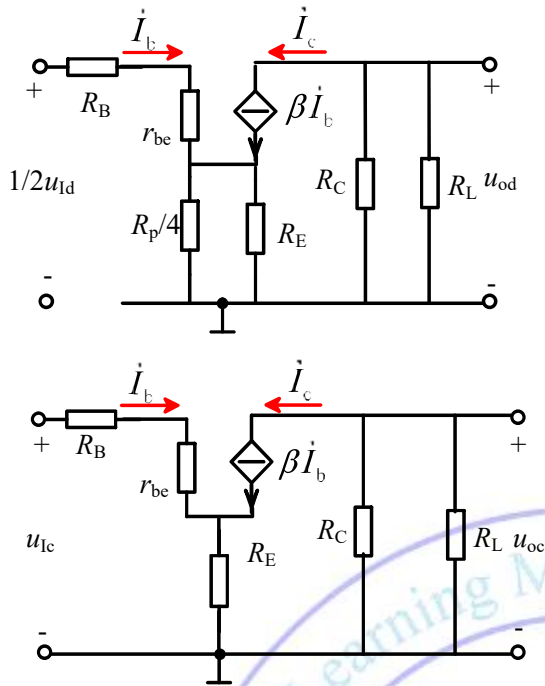
5（2分）

$u_{im} = 50 \text{ mV}$ ,  $u_{om} = 6 \text{ V}$ , 输出非线性失真, (饱和截止同时发生), 输入幅值过大。

三

1. 差模（2分）

共模（2分）



2 (4分)

$$A_{ud} = -\frac{1}{2} \frac{\beta(R_C // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)((R_p / 4) // R_E)} \quad A_{uc} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E)}$$

$$u_O = U_{C1} + A_{ud}(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

$$u_{Omin} = U_{C1} + (-\frac{1}{2} \frac{\beta R_C}{R_B + r_{be}})(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

$$u_{Omax} = U_{C1} + (-\frac{1}{2} \frac{\beta R_C}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)((R_p / 2) // R_E)})(u_{i1} - u_{i2}) + (A_{uc} \frac{u_{i1} + u_{i2}}{2})$$

四

1 (2分)

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$$

2. (4分) 写出图 4.2 电路的级间反馈类型。

(a)  $R_4$ 、 $C_3$ ，电压串联负反馈； (b)  $R_f$ ，电流串联负反馈

3. (6分)

(a) 能振：
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}; \quad (1 + \frac{R_f}{R_1}) \frac{L_2}{L_1 + L_2} = 1$$

(b) 能振；  $f = \frac{1}{2\pi RC}$ ；  $(1 + \frac{R_f}{R_{e1}}) = 3$

五

1 (2分) 上“-”下“+”；

2 (3分)

$$\frac{U_i(s)}{R_1 + \frac{1}{sC}} = -\frac{U_{o2}(s)}{R_2}$$

$$U_{o2}(s) = -\frac{R_4}{R_6} K U_{REF} U_o(s)$$

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{R_6 R_2}{R_1 R_4 K U_{REF}} \frac{R_1 s C}{1 + R_1 s C}$$

通带电压放大倍数  $A_{up} = \frac{R_6 R_2}{R_1 R_4 K U_{REF}}$

截止频率  $f_p = \frac{1}{2\pi R_1 C}$

3 (1分) 高通。

六

1 (2分) 精密整流

2 (3分)  $u_{o1m} = 6V$   $f = 0.1kHz$

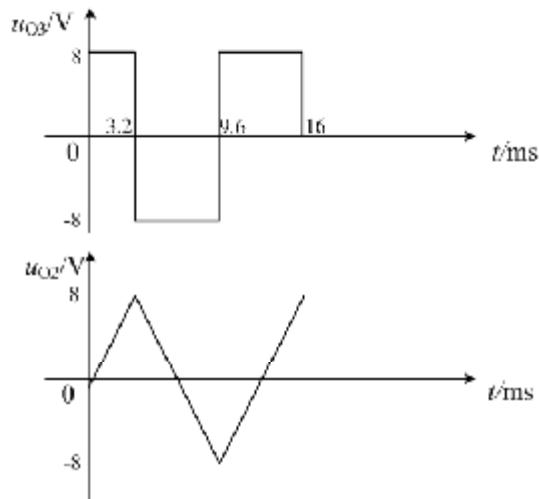
3 (2分)  $u_{om} = 3V$   $f = 0.2kHz$

七

1 (1分) 限幅，保护集成运放输入端

2 (2分) 压控振荡器

3 (4分)



4 (2分)  $f=80Hz$ , 8V

八

解：

$$1. (4 \text{ 分}) \quad U_o = \frac{V_{R_{EF}}}{R_1} \times (R_1 + R_2) = V_{R_{EF}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\text{当 } R_2=0 \text{ 时} \quad U_o=1.25\text{V}$$

$$\text{当 } R_2=1.8\text{k}\Omega \text{ 时} \quad U_o=12.5\text{V}$$

$$2. (2 \text{ 分}) \quad P = U_{32} I_L = (U_1 - U_o) \times \frac{U_o}{R_L} = \frac{U_1 U_o}{R_L} - \frac{U_o^2}{R_L}$$

$$\frac{dP}{dU_o} = \frac{U_1}{R_L} - 2 \frac{U_o}{R_L} = 0 \quad U_1 = 2U_o \quad P = (18 \times 9 - 9^2) / R_L = 81 / R_L$$





一、填空（8分，每空1分）

1. B.顶部失真；A.调大。
2. N沟道；耗尽型 MOSFET。
3. B.并联；A.电压。
4. 0.6A； $\sqrt{2}U_2=14.14V$ 。

二、（14分）

1. （共5分）

$$\left. \begin{aligned} I_{B1} &= \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b1} + (1 + \beta_1)R_c} = \frac{9V - 0.7V}{140k\Omega + (1 + 50) \cdot 0.5k\Omega} = 0.05mA \\ I_{C1} &= \beta_1 I_{B1} = 2.5mA \end{aligned} \right\} \text{——1分}$$

$$U_{E1} \approx I_{C1} \cdot R_c = 1.25V$$

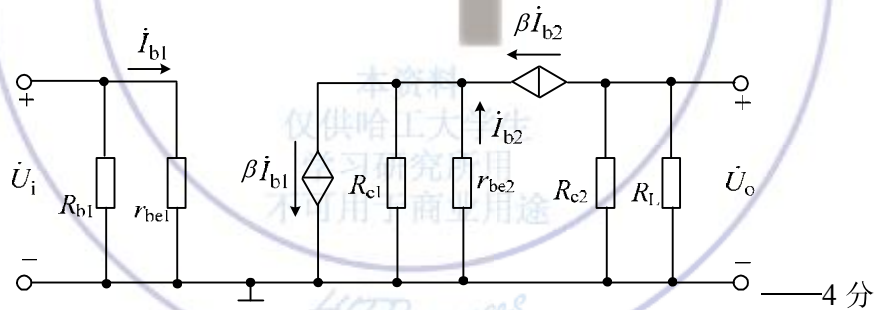
$$\left. \begin{aligned} U_{B2} &= V_{CC} \cdot \frac{R_{b22}}{R_{b21} + R_{b22}} = 5.1V \\ U_{E2} &= U_{C1} = 4.4V \end{aligned} \right\} \text{——1分}$$

$$U_{CE1} = U_{C1} - U_{E1} = 3.15V \text{——1分}$$

$$I_{C2} \approx I_{E2} = I_{C1} - I_{R_{c1}} = 2.5mA - \frac{9V - 4.4V}{4.7k\Omega} \approx 1.5mA \text{——1分}$$

$$U_{CE2} = 9V - I_{C2} \cdot R_{c2} - U_{E2} = 3.1V \text{——1分}$$

2. （共9分）



$$R_i = R_{b1} // r_{be1} \text{——1分}$$

$$R_o \approx R_{c2} \text{——1分}$$

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta_1(R_{c1} // \frac{r_{be2}}{1 + \beta_2})}{r_{be1}} \cdot \frac{\beta_2(R_{c2} // R_L)}{r_{be2}} \text{——3分}$$

三、（12分）简答题。

1. （共4分）

$$(1) P_{o\max} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = 22.5W \text{——1分}$$

$$P_{CM} > P_{T\max} = 0.2P_{O\max} = 4.5W \text{——1分}$$

(2)  $|U_{(BR)CEO}| > 2V_{CC} = 30V$  ——2 分

2. (共 4 分)

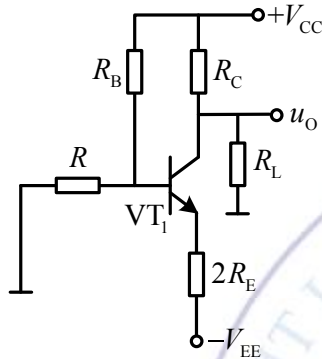
③-④, ①-⑤, ②-⑥ ——2 分

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}} \text{ Hz} \text{ ——2 分}$$

3. (共 4 分)  $1.25V$  (2 分)  $\leq U_0 \leq 6.25V$  (2 分)

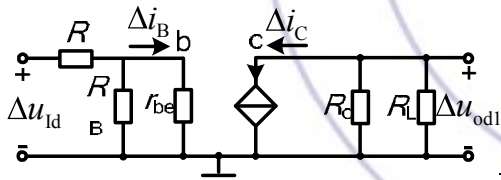
四、(8 分)

1. 半边直流通路。

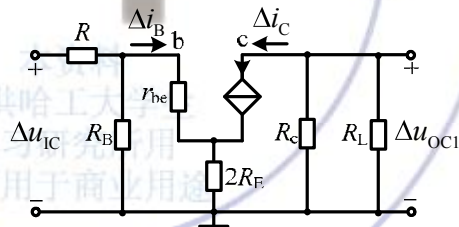


$U_B \approx V_{CC} \cdot \frac{R}{R + R_B}$ ,  $I_E = \frac{U_B - U_{BE} + V_{EE}}{2R_E}$  ——1 分

2. 半边差模微变等效电路



半边共模微变等效电路



3.  $\frac{1}{2} \Delta u_{Id} = \Delta i_B \cdot r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}$ ,  $\Delta u_{Od} = -\Delta i_C \cdot (R_C \parallel R_L)$

$$A_{ud} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta u_{Od1}}{\frac{1}{2} \Delta u_{Id}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta i_C \cdot (R_C \parallel R_L)}{\Delta i_B \cdot r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\beta \cdot (R_C \parallel R_L)}{r_{be} \cdot \frac{R + R_B \parallel r_{be}}{R_B \parallel r_{be}}} \text{ ——2 分}$$

五、(6 分)

(1)  $U_A = 7V$  (1 分)  $U_B = -2V$  (1 分)

(2)

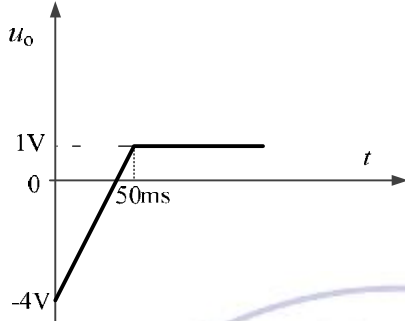
$$u_o = 2U_D - u_{o3}, U_D = -2V,$$

$t=0$  时刻,  $u_{o3} = 0V$ , 所以  $u_o = -4V$ 。(1 分)

$u_{o3} = -5V$  时，输出稳定，稳定值为  $u_o = 1V$ 。 (1分)

$$\Delta u_{o3} = -\frac{1}{R_1 C} \cdot U_A \cdot \Delta t = -\frac{1}{70 \times 10^3 \times 10^{-6}} \times 7 \times \Delta t = -5V$$

$\Delta t = 50ms$  (1分)



(1分)

六、(6分)

1. ②-⑥, ④-⑦——2分

$$2. \dot{F}_{ui} = \frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_c} = \frac{\dot{I}_c \cdot \frac{R_{E2}}{R_2 + R_F + R_{E2}} \cdot R_2}{\dot{I}_c} = \frac{R_{E2} \cdot R_2}{R_2 + R_F + R_{E2}} \text{——2分}$$

$$3. \dot{A}_{ui} = \frac{\dot{I}_c}{\dot{U}_i} \approx \frac{1}{\dot{F}_{ui}} = \frac{R_2 + R_F + R_{E2}}{R_{E2} \cdot R_2} \text{——1分}$$

$$\dot{A}_{uu} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\dot{I}_c (R_{C2} \parallel R_L)}{\dot{U}_i} = -\frac{R_2 + R_F + R_{E2}}{R_{E2} \cdot R_2} \cdot (R_{C2} \parallel R_L) \text{——1分}$$

七、(6分)

1.

$$\dot{U}_o = KU_{REF} \dot{U}_{o1}$$

$$\dot{U}_{o1} = -\left( \frac{\dot{U}_{o2}}{j\omega R_2 C} + \frac{\dot{U}_i}{j\omega R_1 C} \right)$$

$$\dot{U}_{o2} = 2\dot{U}_o$$

$$\frac{\dot{U}_o(\omega)}{\dot{U}_i(\omega)} = -\frac{R_2}{2R_1 + \frac{R_1 R_2 C}{KU_{REF}} j\omega} = -\frac{R_2}{2R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2 C}{2KU_{REF}} j\omega} \text{ (2分)}$$

$$A_{up} = -\frac{R_2}{2R_1} \text{ (1分)}$$

$$f_p = \frac{KU_{REF}}{\pi R_2 C} \text{ (1分)}$$

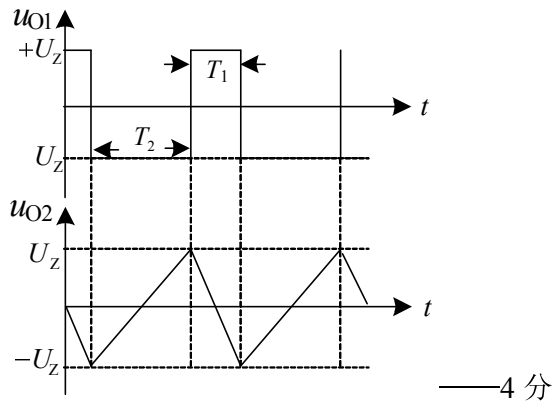
2. 低通 (1分)

3. 调整滤波器的上限截止频率。(1分)

八、(10分)

1.  $0 < U_R < U_Z$  ——2分

2. 要体现出  $T_1 < T_2$

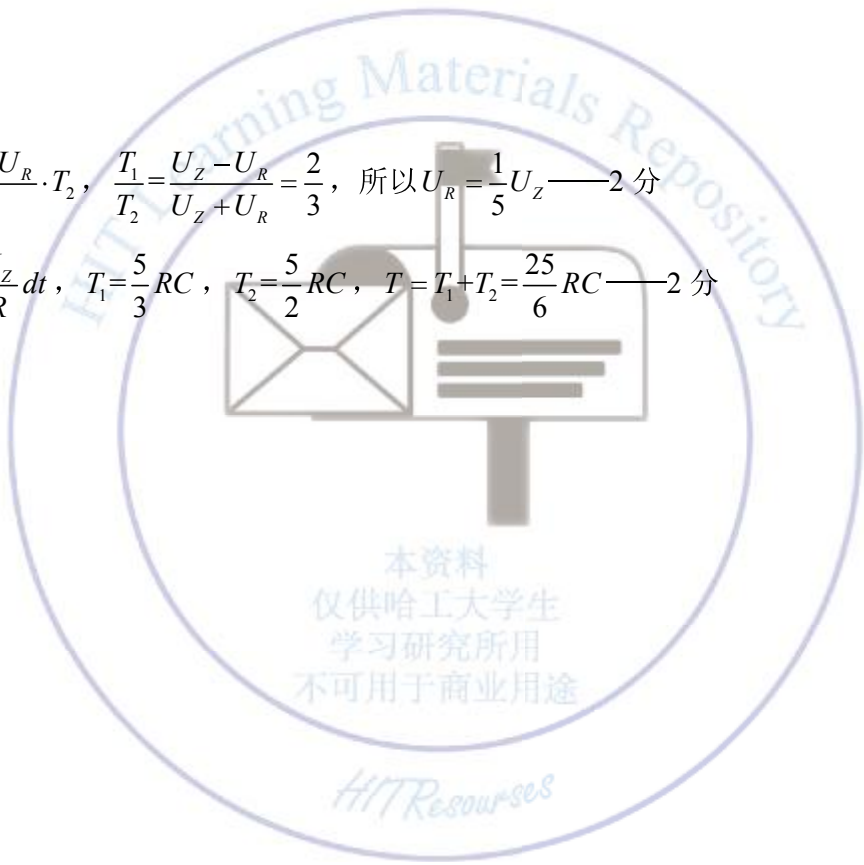


3.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{U_Z + U_R}{R} \cdot T_1 = \frac{U_Z - U_R}{R} \cdot T_2, \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{U_Z - U_R}{U_Z + U_R} = \frac{2}{3}, \quad \text{所以 } U_R = \frac{1}{5} U_Z \text{ ——2分}$$

$$-U_Z = U_Z - \frac{1}{C} \int_0^{T_1} \frac{6}{5} \cdot \frac{U_Z}{R} dt, \quad T_1 = \frac{5}{3} RC, \quad T_2 = \frac{5}{2} RC, \quad T = T_1 + T_2 = \frac{25}{6} RC \text{ ——2分}$$



2017 春模电参考答案

一、

$$1. \dot{A}_u = 10^5 \frac{j\frac{f}{10}}{1+j\frac{f}{10}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^4}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^5}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^6}}, f_H=10^4\text{Hz}, 0.001$$

2. P 沟道结型, 4V

3. 低通,  $-R_2/R_1, \frac{1}{2\pi R_2 C}$

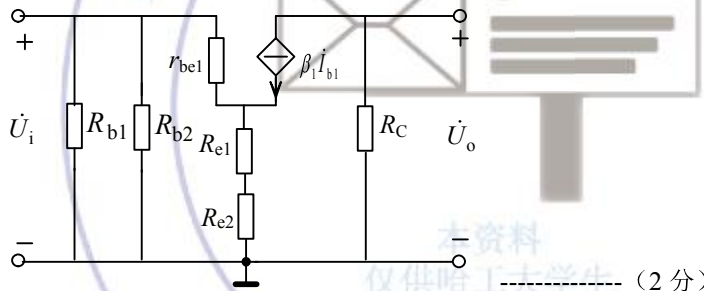
二、解：1

$$U_{B1} = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} \cdot 12 = 1.57\text{V}$$

$$I_{E1Q} = \frac{U_{B1} - U_{BE1}}{R_{e1} + R_{e2}} = 0.87\text{mA}$$

$$I_{B1Q} = \frac{I_{E1Q}}{1 + \beta_1} = 8.6\mu\text{A}$$

$$U_{CE1} = 12 - I_{C1Q}(R_{e1} + R_{e2} + R_c) = 7.04\text{V} \quad \text{----- (4分)}$$



(2分)

最大不失真幅度  $\min(7.04, I_{C1}R_c) = 4.09\text{V} \quad \text{----- (1分)}$

$$2. \dot{A}_{u1} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\frac{\beta_1 R_c}{r_{be1} + (1 + \beta_1)(R_{e1} + R_{e2})}$$

调整范围：4.6-8.9 ----- (3分)

1W ----- (2分)

三、1

电流串联负反馈 ----- (2分)

$$\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_f} = \frac{I_o R_L}{\dot{U}_f} = \frac{I_o R_L}{I_o \frac{R_2 R_1}{R_1 + R_2 + R_f}} = \frac{(R_1 + R_2 + R_f) R_L}{R_2 R_1} \quad \text{----- (1分)}$$

电压并联负反馈 ----- (2分)

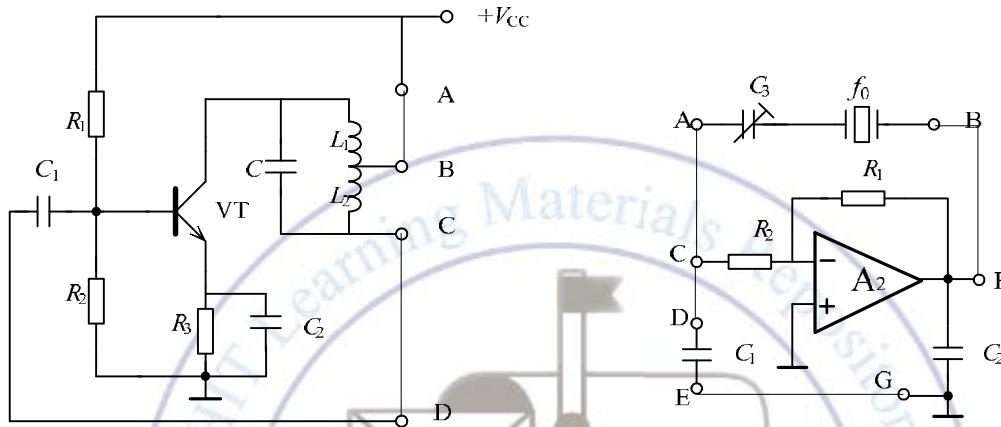
$$\dot{A}_{uusf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = -\frac{R_f}{R_s} \quad \text{----- (1分)}$$

2

$u_1 > 0$ ; ----- (2分)

$$u_{O1} = -\frac{R_2}{R_1} u_1 = K \left( -\frac{R_4}{R_3} u_O \right)^2 \Rightarrow u_O = -\frac{R_3}{R_4} \sqrt{-\frac{R_2}{KR_1} u_1} \quad \text{----- (2分)}$$

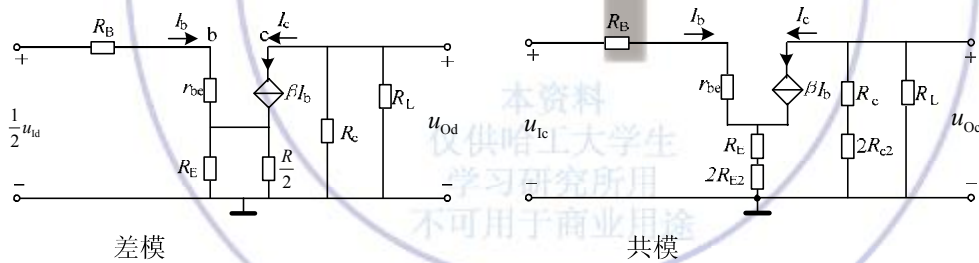
3  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}$  ----- (1分)       $f = f_0$  ----- (1分)



----- (2分)

----- (2分)

四、1、



----- (3分)

2、 $u_{id} = 2\text{mV}$ ,  $u_{ic} = 3\text{mV}$ ; ----- (2分)

3、

$$A_{uc} = -\frac{\beta((R_c + 2R_{c2}) // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E + 2R_{E2})}$$

$$A_{ud} = -\frac{1}{2} \frac{\beta(R_c // R_L)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta)(R_E // \frac{R}{2})}$$

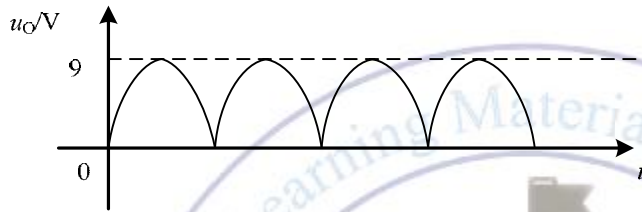
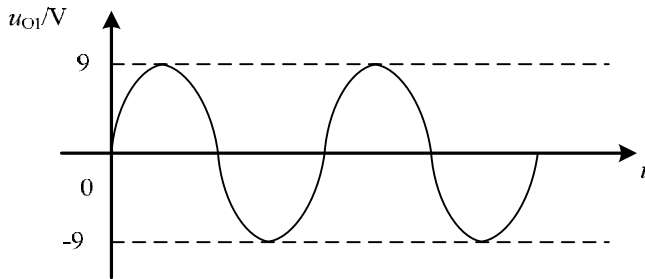
$$K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud}}{A_{uc}} \right|$$

----- (3分)

五、1. RC文氏桥正弦波振荡电路，输出正弦波。----- (2分)

2. 18V----- (3分)

3.



$$f = \frac{1}{\pi R_1 C_1} = 318.5\text{Hz} \quad \text{----- (3分)}$$

六、

1.  $1.2U_2 = U_1$  ,  $U_2 = 9\text{V}$  ----- (2分)

$$2. \begin{cases} \frac{R_2 + R_W}{R_1 + R_2 + R_W} U_{\text{OMIN}} = 2U_Z \Rightarrow U_{\text{OMIN}} = 2.78\text{V} \\ \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_W} U_{\text{OMAX}} = 2U_Z \Rightarrow U_{\text{OMAX}} = 25\text{V} \\ U_0 \leq U_1 - U_{\text{ds}} = 10.8\text{V} - 0.8\text{V} = 10\text{V} \Rightarrow U_{\text{OMAX}} = 10\text{V} \end{cases}$$

----- (4分)

3. 非线性应用的单限比较器,  $R_W$  处于下端  $2.5\text{k}\Omega$  时往上时,  $U_{O2}$  输出高电平, 往下调节时,  $U_{O2}$  输出低电平。

----- (2分)

七、

$$u_{O2} = \pm \frac{R_1}{R_2} U_Z = \pm 12\text{V} \quad T = \frac{4R_1 RC}{R_2} = 4 \times 2 \times 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.8\text{s}$$

$$U_{\text{TH1}} = 3\text{V} \quad U_{\text{TH2}} = 0\text{V} \quad D = 0.45/0.8 = 56.25\%$$

$$-\frac{R_1}{R_2} U_Z = +\frac{R_1}{R_2} U_Z - \frac{1}{RC} \int_0^{t_1} (U_Z - U_S) dt$$

$$T_1 = \frac{2R_1 RC U_Z}{R_2 (U_Z - U_S)} = \frac{2 \times 2 \times 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times 6}{(6 - 2)} = 0.3\text{s}$$

$$T_2 = \frac{2R_1 RC U_Z}{R_2 (U_Z + U_S)} = \frac{2 \times 2 \times 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times 6}{(6 + 2)} = 0.6\text{s}$$

$$U_{\text{TH1}} = 2\text{V} \quad U_{\text{TH2}} = -2\text{V} \quad D = 0.5 - (0.3/12)/0.9 = 52.8\%$$

----- (4分)

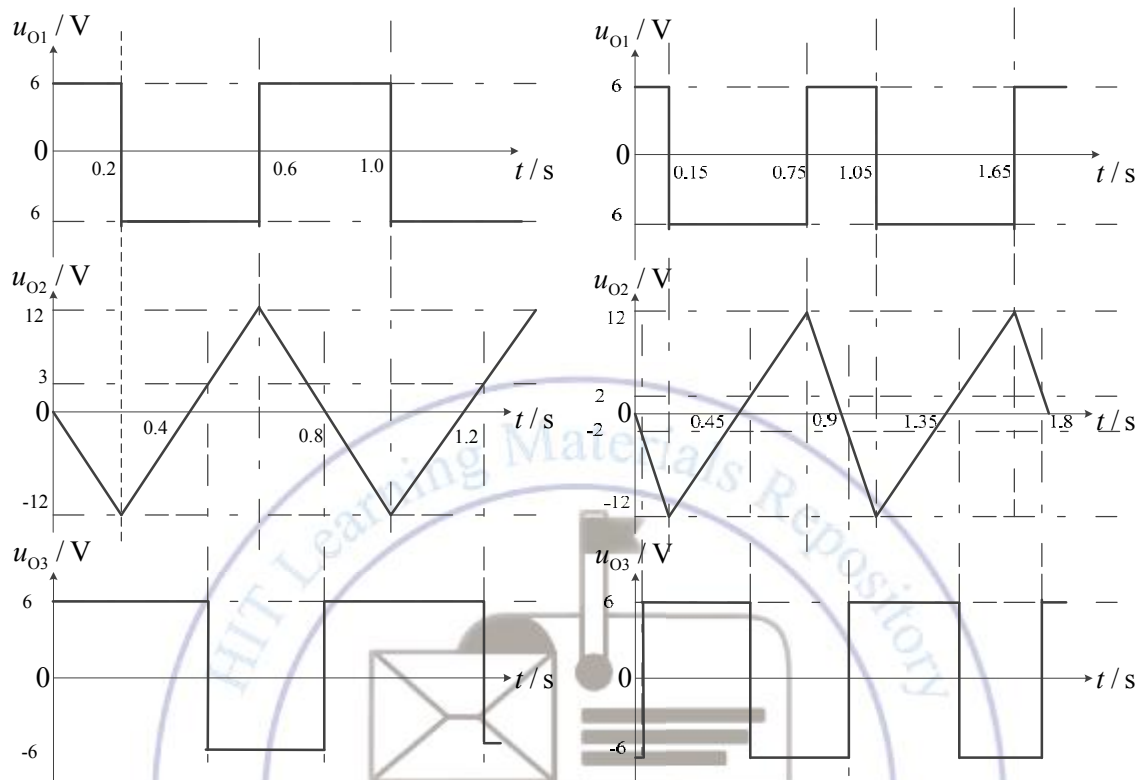


图 7.2 (a)

图 7.2 (b)

----- (6分)

本资料  
仅供哈工大学生  
学习研究所用  
不可用于商业用途

HIT Resources



## 2017 秋《模拟电子技术基础 A》参考答案

一、填空题（每空 1 份）

1. 电流串联负反馈；
2. N 沟道、增强型 MOSFET；
3. 大；
4. 6.25W, 1.25W；
5. 二、高通、 $1 + \frac{R_f}{R_1}$  ；

6. 
$$\frac{-1000}{\left(1 + j\frac{f}{10^4}\right)\left(1 + j\frac{f}{10^5}\right)}$$

二、（10 分，每小题 2 分）

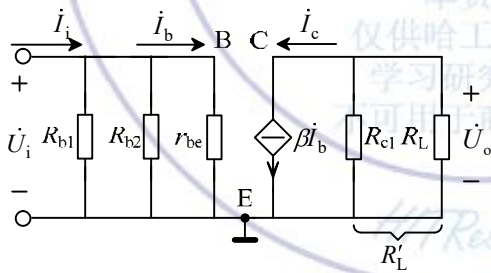
1. 
$$I_{BQ} = \frac{\frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} - U_{BE}}{R_b + (1 + \beta)R_e} = \frac{5 - 0.7}{33.3 + 51 \times 4.3} = 17 \mu A$$

或 
$$I_{BQ} \approx \frac{\frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} - U_{BE}}{\beta R_e} = \frac{5 - 0.7}{50 \times 4.3} = 20 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1 \text{mA}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_{c1} + R_{c2} + R_e) = 15 - 1 \times (4.3 + 4 + 1) = 5.7 \text{V} \text{-----} (2 \text{分})$$

2. 
$$\text{-----} (2 \text{分})$$



3. 
$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{U_T}{I_{EQ}} = 1.6 \text{k}\Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta(R_{c1} // R_L)}{r_{be}} = 100 \quad R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be} \approx r_{be} = 1.6 \text{k}\Omega \quad R_o = R_{c1} = 4 \text{k}\Omega \text{--} (2 \text{分})$$

4. 最大不失真输出幅度  $\min\{U_{CEQ}, I_{CQ}R'_L = 1 \times (R_{c1} // R_L) = 3.2 \text{V}\} = 3.2 \text{V} \text{-----} (2 \text{分})$

5. 截止失真，增加  $R_{b1}$  或者减少  $R_{b2}$ 。----- (2 分)

三、简答题（16分，每小题4分）

1.（4分）

(a) 电压串联  $\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{1}{\frac{\dot{I}_o R_4}{R_2 + R_F}} = 1 + \frac{R_F}{R_2}$  (2分)

(b) 电流串联  $\dot{A}_{uuf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\dot{I}_o R_4}{\dot{U}_f} = -\frac{\dot{I}_o R_4}{\dot{I}_o \frac{R_3}{R_2 + R_F + R_3} R_2} = -\frac{R_4(R_2 + R_F + R_3)}{R_3 R_2}$  (2分)

2.（4分）

上“+”，下“-” (2分)

$\frac{u_1}{R_1} = -\frac{u_{O1}}{R_2} = -\frac{K \times K u_1^2 \times u_o \times (-R_3 / R_4)}{R_2} \Rightarrow u_o = \frac{R_2 R_4}{K^2 R_1 R_3 u_1}$  (2分)

3.（4分）

(a) ②⑤，③⑥，④⑦ 或者 ②⑥，③⑤，④⑦ 或者 ②⑤，③⑦，④⑥ 或者 ②⑦，③⑤，④⑥ (2分)

(b) ②④，⑤⑥ 或者 ②⑤，④⑥ (2分)

4.（4分）

假设空载、输入端接理想电压源时图(a)放大倍数为A1，图(b)放大倍数为A2，则：

(1) 图(a)作为第一级，图(b)作为第二级：

放大倍数为： $A = \frac{4}{4+0.2} \cdot A_1 \cdot \frac{60}{60+4} \cdot A_2 \cdot \frac{4}{4+0.05} = 0.884 A_1 A_2$  (2分)

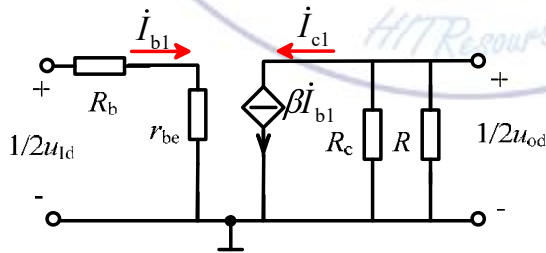
(2) 图(b)作为第一级，图(a)作为第二级：

放大倍数为： $A = \frac{60}{60+0.2} \cdot A_2 \cdot \frac{4}{4+0.05} \cdot A_1 \cdot \frac{4}{4+4} = 0.49 A_1 A_2$  (2分)

所以，第(1)种方案的放大倍数大。

四、（10分）

1. (2分)



2.  $A_{ud} = \frac{u_{O1} - u_{O2}}{u_{i1} - u_{i2}} = -\frac{\beta(R_c // R)}{R_b + r_{be}}$  (2分)

3.  $u_{O1} = \dot{A}_{ud1} \times u_{id} + \dot{A}_{uc} \times u_{ic} + U_c = -\frac{\beta(R_c // R)}{2(R_b + r_{be})} \times (u_{i1} - u_{i2}) + \dot{A}_{uc} \times \left(\frac{u_{i1} + u_{i2}}{2}\right) + U_c$  (2分)

$$u_{O2} = \dot{A}_{ud2} \times u_{id} + \dot{A}_{uc} \times u_{ic} + U_c = \frac{\beta(R_c // R)}{2(R_b + r_{be})} \times (u_{i1} - u_{i2}) + \dot{A}_{uc} \times \left(\frac{u_{i1} + u_{i2}}{2}\right) + U_c \quad \text{----- (2分)}$$

$$4. \quad u_O = -\frac{R_f}{R}(u_{O1} - u_{O2}) = \frac{R_f}{R} \frac{\beta(R_c // R)}{(R_b + r_{be})} (u_{i1} - u_{i2}) \quad \text{----- (2分)}$$

五、(10分，每小题2分)

1. ----- (2分)

A: RC文氏桥正弦波振荡电路;

B: 仪用放大器或数据放大器;

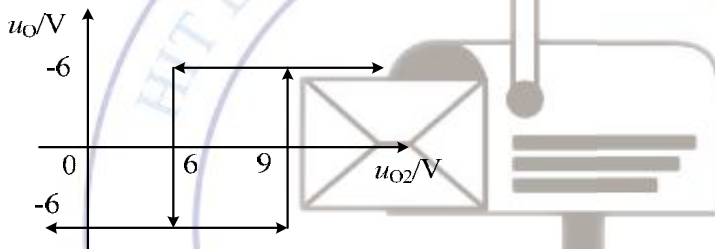
2. 6V; ----- (2分)

3. ----- (2分)

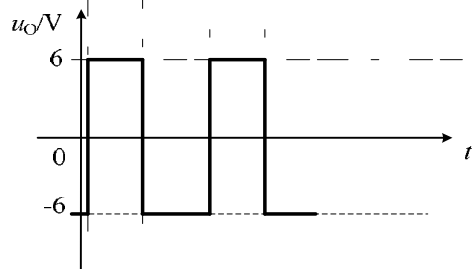
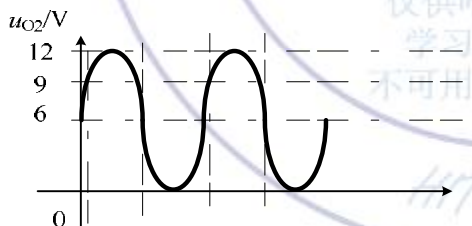
$$u_O \frac{R_3}{R_3 + R_4} + u_{O2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} = U_{REF}$$

$$\pm U_{Z2} \frac{R_3}{R_3 + R_4} + u_{O2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} = U_{REF}$$

$$\pm 6 \times \frac{10}{10 + 40} + u_{O2} \frac{40}{10 + 40} = 6 \Rightarrow u_{O2TH1} = 9V, \quad u_{O2TH2} = 6V$$



$$4. \quad u_{O2} = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right) u_{O1} + U_{REF} = 2u_{O1} + U_{REF} \quad \text{----- (2分)}$$



$$5. \quad f = \frac{1}{2\pi RC} = 159\text{Hz} \quad \text{----- (2分)}$$

六、(6分，每小题2分)

1.  $\sqrt{2}U_2 = 42V$  ----- (2分)

2.  $R_1 C \geq (3-5)T/2 = (30-50)ms \Rightarrow C \geq (750\mu F - 1250\mu F)$  ----- (2分)

3.  $U_{Omin} \times \frac{2}{5} = (7.3+0.7)V \Rightarrow U_{Omin} = 20V$  ----- (2分)

$$\begin{cases} U_{Omax} \times \frac{1}{5} = (7.3+0.7)V \Rightarrow U_{Omax} = 35V \\ U_{Omax} \leq 1.2U_2 - U_{ces} \end{cases}$$

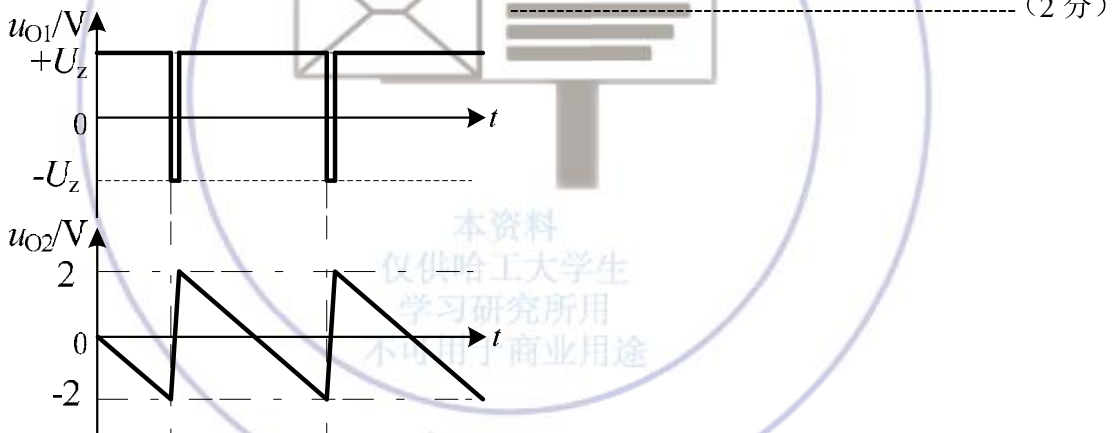
七、(8分)

1.  $u_1 = 12V$ ; ----- (2分)

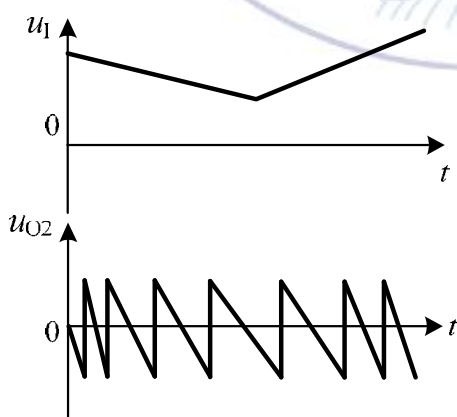
2. 压控振荡器; ----- (2分)

$$u_{O2} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} \pm U_Z \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0 \Rightarrow u_{O2} = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z = \pm 2V$$

$$-\frac{R_2}{R_1} U_Z = \frac{R_2}{R_1} U_Z - \frac{1}{C} \int_0^T u_1 dt \Rightarrow T = 2 \frac{R_2 U_Z RC}{R_1 u_1}$$



3. ----- (2分)



### 2018 春模拟电子技术基础参考答案

#### 一、选择题和填空题（每空 1 分）

1. D

2. B

3. C、D、A、B

$$4. \dot{A}_u = \frac{-10^5}{(1+j\frac{f}{10^2})(1+j\frac{f}{10^4})(1+j\frac{f}{10^5})}$$

5. 6      1.2

#### 二、(21 分)

$$1. \frac{U_i(s)}{R_1 + \frac{1}{sC_1}} = \frac{0 - U_o(s)}{R_F // \frac{1}{sC_F}}$$

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{-sR_FC_1}{s^2R_1R_FC_1C_F + s(R_FC_F + R_1C_1) + 1} \quad (2 \text{ 分})$$

二阶 (1 分)

2.  $Ku_y > 0$  (2 分)

$$u_o = \frac{(R_1 + R_2)u_x}{R_2Ku_y} \quad (2 \text{ 分})$$

3. 电流串联负反馈 (2 分)    ②-⑤    ④-⑥ (1 分)  
电压并联负反馈 (2 分)    ①-⑤    ③-⑥ (1 分)

4. (a)可能 (2 分)

(b)不能 (2 分)

$$5. u_o = -\frac{R_3}{R_2} \left(1 + \frac{2R_1}{R}\right) u_1 \quad (3 \text{ 分})$$

$$u_o = -9 \times 0.2 = -1.8V \quad (1 \text{ 分})$$

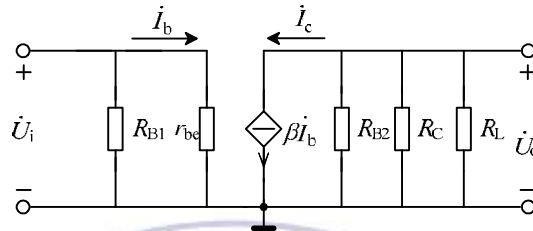
三、(12分)

$$1. I_B = \frac{2V_{CC} - U_{BE}}{R_{B1} + R_{B2} + (1 + \beta)(R_C + R_E)} = 20\mu A \dots\dots\dots (2分)$$

$$I_C = \beta I_B = 1mA \dots\dots\dots (2分)$$

$$U_{CE} = V_{CC} - (-V_{CC}) - (I_B + I_C)(R_C + R_E) = 6.558V \dots\dots\dots (2分)$$

2.



$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_E} = 1.4k\Omega$$

$$\dot{A}_u = \frac{-\beta(R_{B2} // R_C // R_L)}{r_{be}} = -86.2 \dots\dots\dots (2分)$$

$$R_i = R_{B1} // r_{be} \approx 1.38k\Omega \dots\dots\dots (2分)$$

$$R_o = R_C // R_{B2} \approx 4.96k\Omega \dots\dots\dots (2分)$$

四、(11分)

$$1. I_{B1} = \frac{V_{EE} - U_{BE1}}{R_S + 2(1 + \beta)R_E} = 5.1\mu A$$

$$I_{C1} = \beta I_{B1} = 0.26mA \dots\dots\dots (2分)$$

$$\frac{V_{CC} - U_{C1}}{R_C} = I_{C1} + \frac{U_{C1}}{R_L}$$

$$U_{C1} = \frac{(V_{CC} - I_{C1}R_C)R_L}{R_C + R_L} = 2.45V \dots\dots\dots (2分)$$

$$2. r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{E1}} = 5.2k\Omega$$

$$\dot{A}_u = \frac{-\beta(R_C // R_L)}{2(R_S + r_{be})} = -47.2 \dots\dots\dots (2分)$$

$$R_i = 2(R_S + r_{be}) = 10.6k\Omega \dots\dots\dots (2分)$$

$$R_o = R_C = 30k\Omega \dots\dots\dots (2分)$$

$$3. VT_1 \text{ 截止, } I_{C1}=0, u_o = \frac{V_{CC}R_L}{R_C + R_L} = 5V \dots\dots\dots (1分)$$

五、(12分)

1. 根据滞回电压比较器工作原理计算三角波输出  $U_{O3}$  的幅值为

$$U_p = (1-k)U_{O3} + KU_{O4}$$

$$U_{O3m} = \pm \frac{k}{(1-k)} U_Z \dots\dots\dots(2分)$$

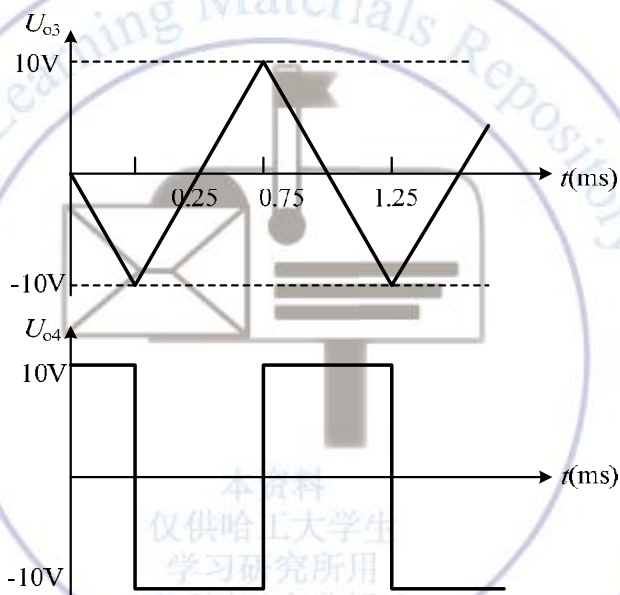
根据积分电路的表达式计算电路振荡周期为

$$2U_{O3m} = \frac{1}{RC} \int_0^{T_1} U_A dt \Rightarrow T_1 = \frac{2U_{O3m}}{U_A} RC = 2RC \frac{k}{(1-k)} \cdot \frac{U_Z}{U_1}$$

$$\Rightarrow T = 2T_1 = 4RC \frac{k}{(1-k)} \cdot \frac{U_Z}{U_1}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{RC} \cdot \frac{1-k}{4k} \cdot \frac{U_1}{U_Z} = \frac{1-k}{4k} U_1 \text{ (kHz)} \dots\dots\dots(2分)$$

2. 当  $U_i=4V$ 、 $k=0.5$  时，计算出三角波幅值为  $U_{O3m} = \pm 10V$ ，振荡周期为  $T = 1ms$ 。电路工作波形如图所示。



(每个波形 4 分)

六、(5分)

$U_{32}=15V \dots\dots\dots(1分)$

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1} (U_{32} + U_{EB}) = 53.2V \dots\dots\dots(2分)$$

$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_1 + R_p} (U_{32} + U_{EB}) = 17.7V \dots\dots\dots(2分)$$

## 2018 秋《模拟电子技术基础 A》参考答案

一、填空题（每空 1 份）

1. A; C

2. A;  $\frac{10^6}{\left(1+j\frac{f}{10^4}\right)^3}$ ; A

3. de; ce; e

4. A;  $\sqrt[3]{\frac{-u_i}{K_1 K_2}}$

二、（10 分，每小题 2 分）

1.  $I_{BQ} = \frac{15 - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_c} = 8.9 \mu A$  ----- (1 分)

$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 0.89 mA$  ----- (1 分)

$U_{CEQ} \approx 30 - I_{CQ}(R_c + R_e) = 11.13 V$  ----- (1 分)

2.  $R_i = R_b // [r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R)]$  ----- (3 分)

3.  $A_u = \frac{\beta(R_c // R) - (1 + \beta)(R_e // R)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R)}$  或  $A_u = \frac{\beta(R_c // R)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R)}$  或

$A_u = \frac{\beta(R_c // R)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_c // R)} - 1$  ----- (4 分)

三、简答题（13 分）

1. (a) 电流串联负反馈; ----- (2 分)

(b) 正反馈; ----- (2 分)

2. (a) 能,  $f = \frac{1}{2\pi RC}$ ,  $R_f = 2R_{e1}$ ; ----- (3 分)

(b) 能,  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C}}$  ----- (2 分)

3. (1) 120-240Ω; ----- (1 分)

(2)  $U_o = 18.34 V$ ; ----- (1 分)

(3) 1.2-36.63V; ----- (2 分)

四、（7 分）

1.  $u_o = -104u_i$ ; ----- (3 分)

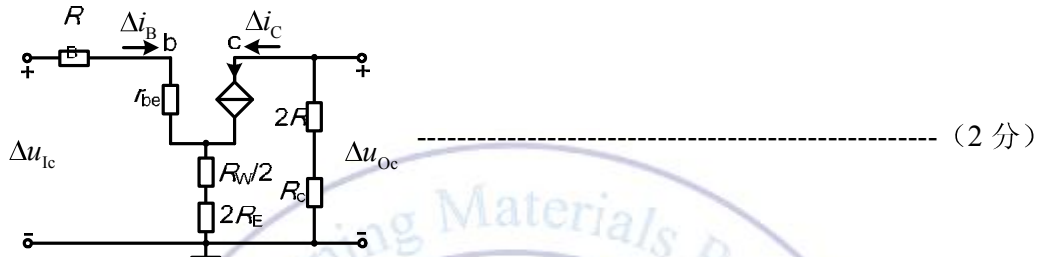
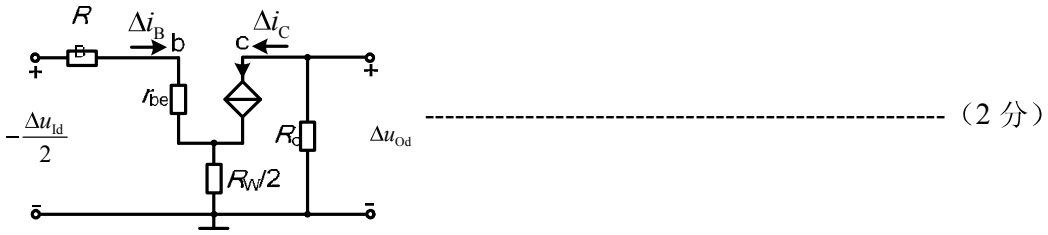
2.  $u_o = -4V$ ; ----- (2 分)

3.  $u_o = -14V$ ; ----- (2 分)



五、(10分)

1.



2.  $A_{ud} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta u_{Od}}{-\frac{1}{2} \Delta u_{Id}} = -\frac{\beta \cdot R_C}{2 \cdot \left[ R_B + r_{be} + (1 + \beta) \frac{R_W}{2} \right]}$  (2分)

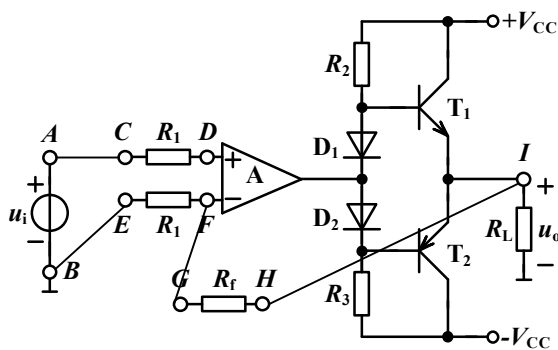
3.  $A_{uc} = \frac{\Delta u_{Oc}}{\Delta u_{Ic}} = \frac{\beta \cdot (2R + R_C)}{R_B + r_{be} + (1 + \beta) \left( \frac{R_W}{2} + 2R_E \right)}$  (2分)

$K_{CMR} = \left| \frac{A_{ud}}{A_{uc}} \right| = \frac{\beta \cdot R_C}{2 \cdot \left[ R_B + r_{be} + (1 + \beta) \frac{R_W}{2} \right]} \cdot \frac{R_B + r_{be} + (1 + \beta) \left( \frac{R_W}{2} + 2R_E \right)}{\beta \cdot (2R + R_C)}$  (2分)

$= \frac{\left[ R_B + r_{be} + (1 + \beta) \left( \frac{R_W}{2} + 2R_E \right) \right] \cdot R_C}{2 \cdot \left[ R_B + r_{be} + (1 + \beta) \frac{R_W}{2} \right] \cdot (2R + R_C)}$

六、(8分)

1. 电压串联负反馈 (2分)



(2分)

2.  $P_{omax}=13^2/2R_L=8.45W$ ; ----- (2分)

3.  $R_f=49k\Omega$ ; ----- (2分)

七、(12分)

1.  $|U_{p2}| < |U_Z|$  ----- (2分)

2.  $U_{p2} = \frac{1}{5}U_Z$  ----- (2分)

$T = \frac{2U_Z RC}{U_Z - U_{p2}} + \frac{2U_Z RC}{U_Z + U_{p2}}$  ----- (2分)

