

请抄写以下‘考试诚信承诺书’并签字，与试题解答一起拍照，放到一个 word 或者 pdf 文件，上传至网络学堂，并下载检查上传是否正确！

考试诚信承诺书

我承诺，在考试期间，不使用、提供或接受未经授权的任何帮助或信息，不请人代考或者代替别人考试，按要求独立答卷，不与他人进行交流。

我承诺，严格遵守校规校纪，诚信考试！若有违反考试纪律行为，同意按照据《清华大学学生纪律处分管理规定》《清华大学学生纪律处分管理规定实施细则》给予处理。

我承诺，未经任课教师允许不得保留或扩散试题（期中、期末、自测题）！

考生签字：

2020 年 月 日

请将试题解答拍照，放到一个 word 或者 pdf 文件，上传至网络学
堂，并下载检查上传是否正确！试题解答第一页与学生证一起拍照！

清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 模拟电子技术基础 （2 卷） 2020 年 6 月 11 日

姓名_____ 班级_____ 学号_____

注意：本试卷共 8 页八道题，分析计算题需要有过程

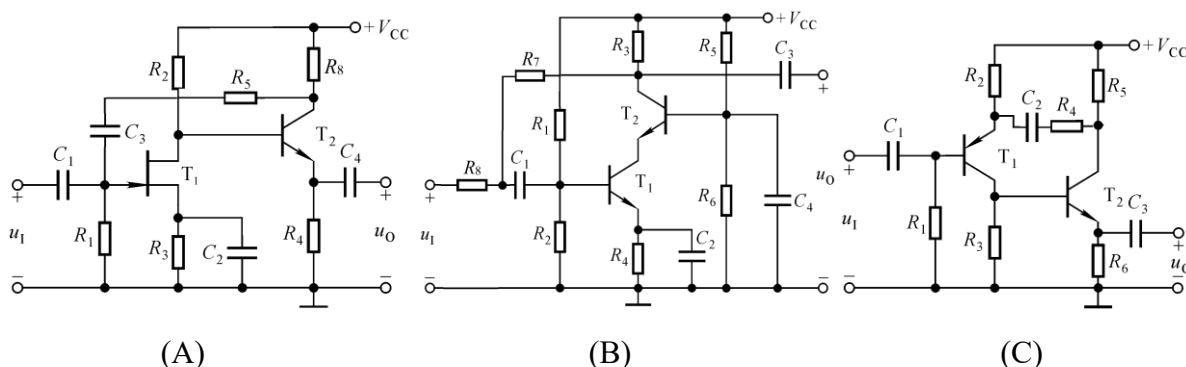
大题	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
成绩									

一、（8 分）判断下列说法是否正确，对者打“√”，错者打“×”。

1. 为了稳定静态工作点，应引入交流负反馈。（ ）
2. 放大电路耦合电容越多，引入负反馈后越容易出现低频自激振荡。（ ）
3. 同相比例运算电路中运放的共模输入电压为零。（ ）
4. 通常乙类功率放大电路的效率较高，而甲类功率放大电路的效率较低。（ ）
5. 在功率放大电路中，输出功率愈大，功放管的功耗愈小。（ ）
6. VCVS 结构的二阶低通滤波电路 Q 值越大，滤波特性越好。（ ）
7. 为了使得模拟信号处理的精度高，应选用开关稳压电源。（ ）
8. 串联型稳压电源中，当负载电流大于 2A 时最好采用电感滤波，而小于 0.2A 时可以采用电容滤波。（ ）

二、分析

1. （14 分）三个两级放大电路如下图所示。设电容对交流信号均可视为短路。请指出三个电路的级间反馈网络，并判断是否是级间交流负反馈，若是，则判断其反馈组态，并计算闭环电压放大倍数 A_{uf} 。（相交处有圆点表示导线连接在一起，没有圆点表示不连接）

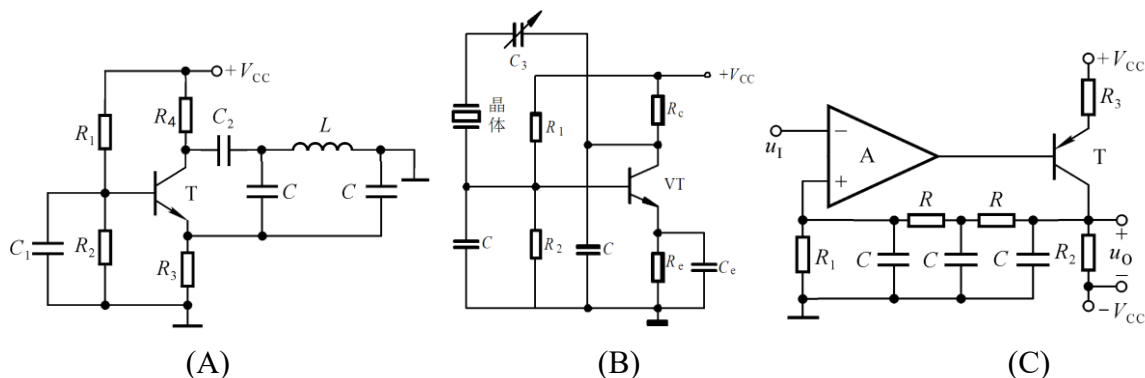


2. (6分) 某负反馈放大电路的开环电压放大倍数的表达式为

$$\dot{A}_u = 10^4 \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^2}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^3}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^4}}, \text{ 已知反馈网络为纯电阻网络, 反馈系数} |\dot{F}| = 0.1. \text{ 请画}$$

出 \dot{A}_u 的幅频特性波特图, 分析该电路是否能稳定工作。

3. (6分) 请分析下图三个电路能否满足产生正弦波振荡的相位条件, 若满足, 请指出其正反馈网络和选频网络, 若不满足则说明原因。电容 C_1 、 C_2 、 C_3 对交流信号可视为短路。



三、(15分) 分析填空:

1. 正弦波振荡电路如下图所示, 电容 C_1 、 C_3 、 C_4 、 C_6 对交流信号可视为短路。试就下列问题选择正确答案填空:

(1) 电阻 R_6 阻值增大, 则电路_____。

A. 有利于起振, B. 不利于起振, C. 与起振条件无关

(2) 电阻 R_7 短路, 则电路_____。

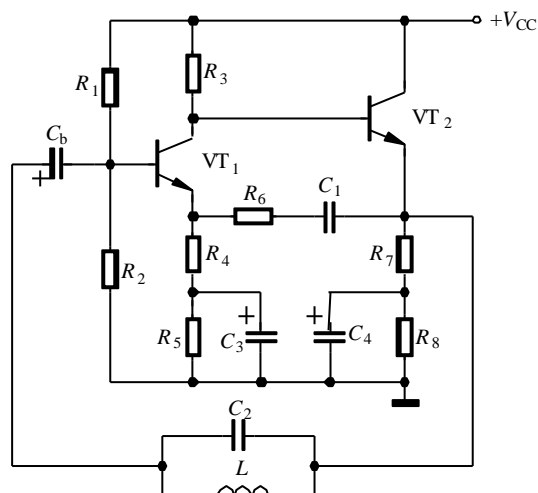
A. 不能振荡, B. 能振荡, C. 可能振荡, 但不是很好的正弦波

(3) 电容 C_1 开路, 则电路_____。

A. 不能振荡, B. 能振荡, C. 可能振荡, 但不是很好的正弦波

(4) 电容 C_6 开路, 则电路_____。

A. 不能振荡, B. 能振荡, C. 可能振荡, 但不是很好的正弦波



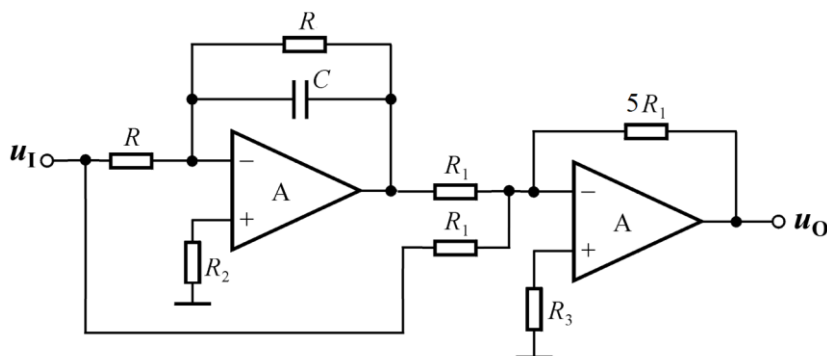
2. 某电路的传递函数表达式为 $A_u(s) = A_{uf} \frac{\frac{s}{\omega_0}}{1 + (3 - A_{uf}) \frac{s}{\omega_0} + (\frac{s}{\omega_0})^2}$, 该电路属于 _____ 阶 _____ 滤波电路, 其通带电压放大倍数表达式为 _____, 为使电路能稳定工作, 则 A_{uf} 的范围为 _____。

3. 图示电路中, A 为理想运算放大器。

(1) 当输入信号角频率为 ω 时, 写出电压放大倍数的频率特性表达式

$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \underline{\hspace{10cm}};$$

(2) 图示电路属于 _____ 阶 _____ 滤波电路。



4. 为实现以下波形变换, 请选择合适的电路名称填入框中, 可为单选或者多选

1kHz 正弦波变为 2kHz 方波可选用 _____; 1kHz 三角波变为 1kHz 锯齿波, 可选用 _____; 1kHz 正弦波变为 2kHz 正弦波, 可选用 _____。

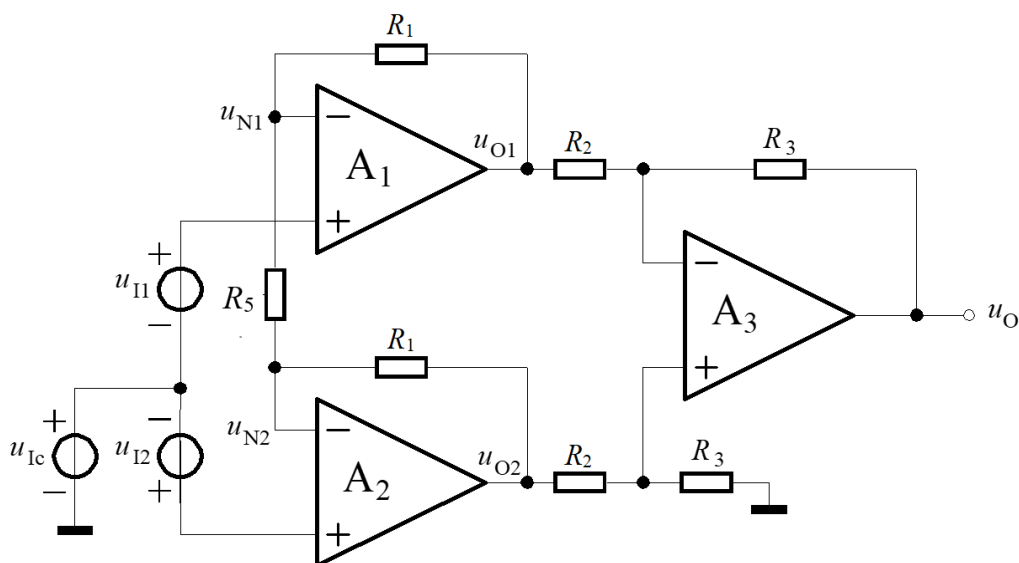
可选电路为: 微分运算电路, 积分运算电路, 平方运算电路, 低通滤波电路, 滞回比较器, 过零比较器, 窗口比较器

四、解答下列各题

1. (6分) 下图所示差分放大电路中, u_{I1} 、 u_{I2} 是差模输入电压, u_{Ic} 是共模输入电压, 已知 $A_1 \sim A_3$ 为理想运算放大器。解答下列各题, 所有表达式均为与 u_{I1} 、 u_{I2} 、 u_{Ic} 的关系表达式。

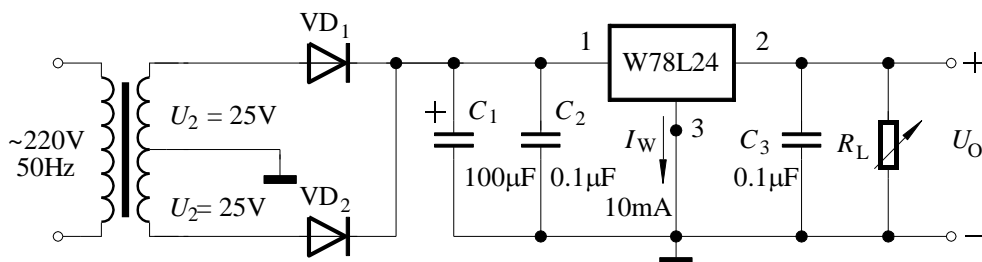
(1) 写出输出电压 u_{O1} 、 u_{O2} 与输入电压的表达式:

(2) 写出输出电压 u_O 与输入电压的表达式。



2. (6分) 下图所示直流稳压电源中, 变压器副边的内阻和二极管理正向电阻均可忽略不计。已知 U_2 为有效值。W78L24 的公共端 3 的电流 I_W 为 10mA, 其输出端 2 的最大输出电流 $I_{Omax} = 0.2A$ 。填空:

- (1) 计算三端稳压器 W78L24 的输入端 1 的电位 U_{W1} 和输出端 2 的电位 U_{W2} ;
- (2) VD_1 管可能流过的最大平均电流 I_F 约为多少毫安? 承受的最高反向工作电压 U_R 约为多少伏?
- (3) 若电网电压波动范围是 $\pm 10\%$, 则 W78L24 的输入端 1 和输出端 2 的电位差 $U_{W1} - U_{W2}$ 至少约为多少伏?



五、(12 分)

电路如下图所示，已知运放为理想运放，电容 C_3 对于交流信号可视为短路；三极管 VT_4 和 VT_5 的最小管压降 $|U_{CES}|=2V$ ； $+V_{CC}=+12V$ ； $R_2=1k\Omega$ ， $R_5=9k\Omega$ 。输入电压 u_i 为正弦波。试问：

1. 为稳定输出电压 u_o ，请通过电阻 R_5 引入级间负反馈，请说明如何连接，或者画出局部连接图来；

2. 引入级间负反馈后，负反馈组态为_____；

3. 已知引入的是深度负反馈，计算下列性能指标：

(1) 反馈系数 \dot{F} ；

(2) 闭环电压放大倍数 $\dot{A}_{uuf} = \dot{U}_o / \dot{U}_i$ ；

(3) 闭环输入电阻 R_{if} ；

(4) 闭环输出电阻 R_{of} 。

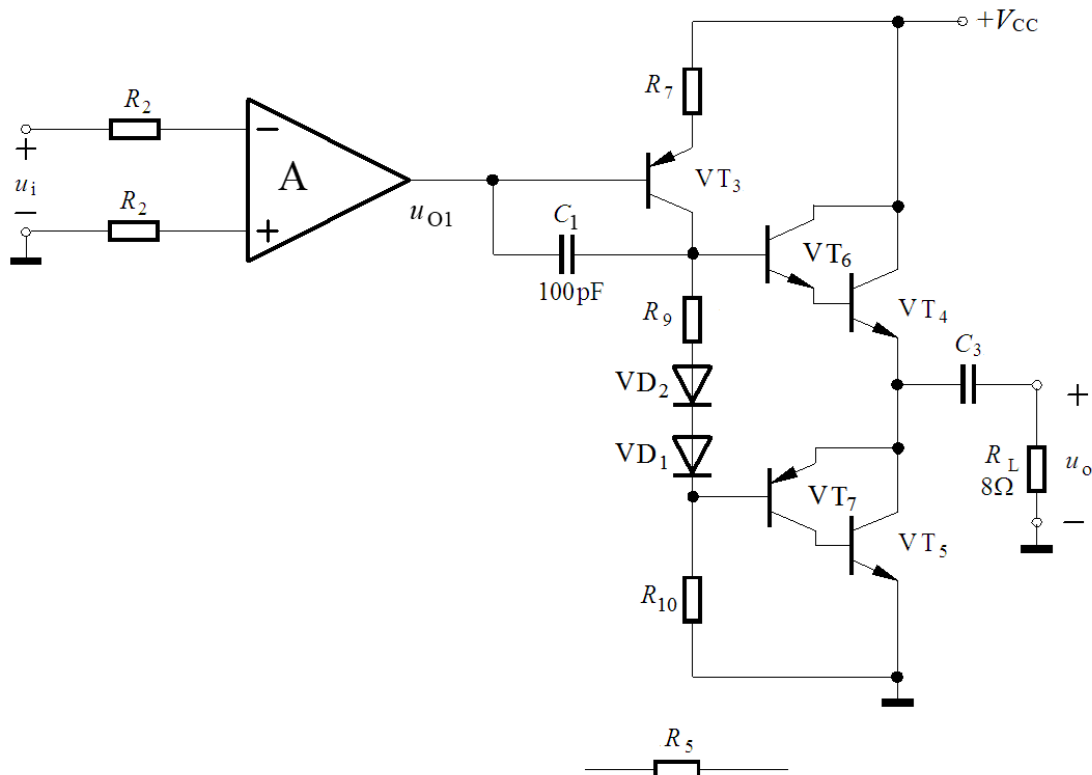
4. 判断下列结论是否正确，正确的打“√”，错误的打“×”。

(1) 输出级为 OCL 电路；()

(2) 输出可能达到的最大功率为 2W；()

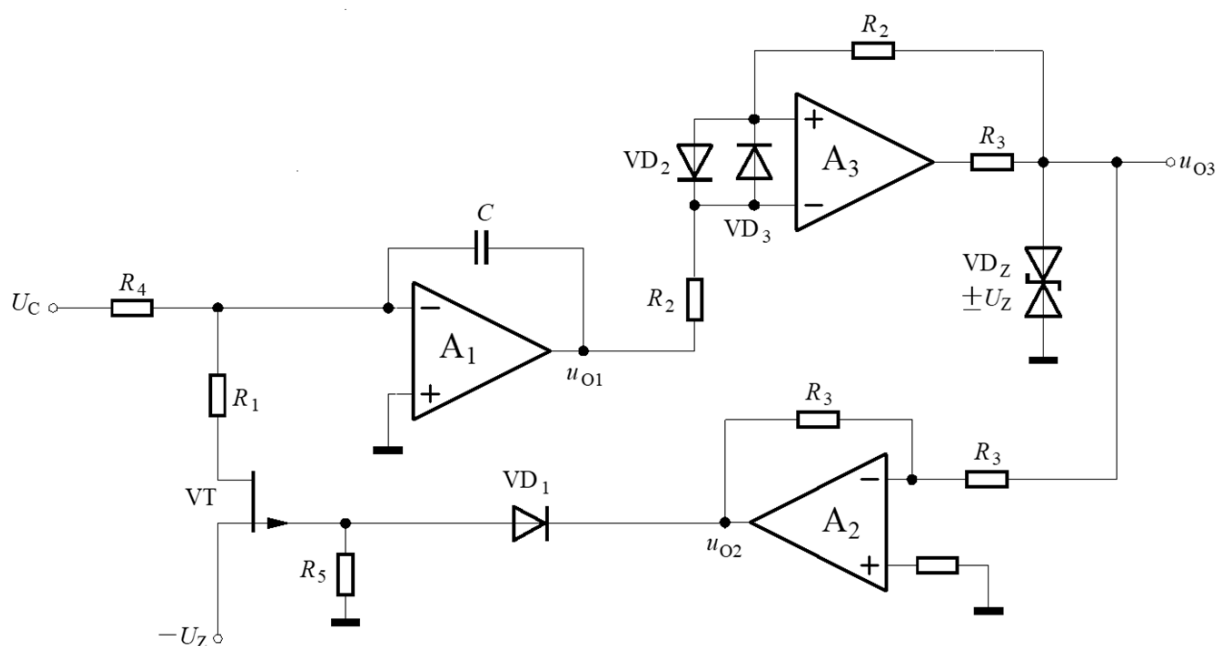
(3) 输出级的效率为 78%；()

(4) 若电阻 R_{10} 开路，则输出波形可能只有负半周。()



六、(13分) 图示电路中, A_1 、 A_2 、 A_3 均为理想运算放大器, 其输出电压的两个极限值为 $\pm 12V$; P 沟道场效应管 VT 工作在开关状态, 即当它工作在可变电阻区时相当于开关闭合, 管压降 $|U_{DS}|=0V$, 当它工作在夹断区时相当于开关断开, 漏极和源极间电阻 $r_{DS}=\infty$, 已知 $U_Z=6V>U_{GS(off)}$; U_C 为大于 0 的直流信号; 稳压管 VD_Z 稳压值 U_Z 为 $6V$; 二极管 VD_1 为理想二极管; R_1 远远小于 R_4 。

1. 运放 A_1 组成_____电路, A_2 组成_____电路, A_3 组成_____电路;
2. 二极管 VD_2 、 VD_3 的作用是_____;
3. 说明电路工作原理, 画出 u_{O1} 、 u_{O3} 的波形图, 求出并标明波形的上限值和下限值;
4. 写出 u_{O3} 振荡频率 f 的近似表达式。



七、(8分) 现有输入信号 $u_1 = \sin \omega t$, 利用集成运放、模拟乘法器、直流电源、二极管、电阻、电容等元件设计一个信号处理电路, 实现 $u_0 = \sqrt{\ln(4 + 2\sin \omega t + \cos \omega t)}$ 。

1. 画出电路图, 要求电路尽可能简单合理;
2. 分析所设计的电路, 写出各级电路输出电压表达式和 u_0 表达式, 说明各元件参数值如何设置 (不要求写具体值)。

八、(6分) PM2.5 传感器可用于测量空气质量, 已知某 PM2.5 传感器输出信号为 $4\sim 20mA$ 电流 i , 空气质量的优、良、中、差等级分别对应一定范围的输出信号, 例如良等级对应输出信号 i 为 $8\sim 12mA$ 。请设计一个电路测量良等级空气质量, 当空气质量为良等级时发光二极管亮, 为其它等级时不亮。

设计要求如下:

- (1) 电路尽可能简单，画出详细电路，并说明工作原理；
- (2) 标出各元件参数，并计算电路的相应参数，说明如何满足设计要求。

可选元件如下：

- (1) 集成运放（工作电压为+6V 和-6V，输出电压的两个极限值为 $\pm 6V$ ）；
- (2) 发光二极管 LED（导通电压 U_D 约为 0V，发光时要求正向平均电流为 5 mA~30mA，不发光时要求正向平均电流小于 1mA）；
- (3) 稳压管 D_Z （稳定电压 U_Z 可选，稳定电流约为 2mA~50mA）；
- (4) 普通二极管（导通电压 U_D 约为 0V）
- (5) $\pm 6V$ 直流电源；
- (6) 电阻和电容（阻值和容值可选）。