



# 期末考试安排

考试时间：6月11日，第16周周六晚上19:00-21:00

考试地点：六教6A116

考试范围：第5-9章，重点为5-7章

考试形式：开卷考试，但只准带课本和计算器

考试题型：判断、选择、填空、计算、设计

答疑时间：6月10日全天，8:30-21:30

答疑地点：中央主楼626D/624/线上会议答疑



# 复习与考试

一、考查什么

二、复习什么

三、怎么复习

四、复习举例

五、例题讨论





# 一、考查什么

## 1. 会看：电路的识别、定性分析

### (1) 识别哪种电路

- 共射、共基、共集、共源、共漏、差分放大电路及哪种接法
- 引入了什么反馈
- 比例、加减、积分、微分等运算电路
- 低通、高通、带通、带阻有源滤波器
- 单限、滞回、窗口电压比较器
- 正弦波、矩形波、三角波、锯齿波发生电路
- **OTL、OCL、BTL**、变压器耦合乙类推挽功率放大电路
- 线性、开关型直流稳压电源

# 一、考查什么

## (2) 性能如何

- 放大倍数的大小、输入电阻的高低、带负载能力的强弱、频带的宽窄
- 引入负反馈后电路是否稳定
- 滤波效果的好坏
- 输出功率的大小、效率的高低
- 稳压性能的好坏



# 一、考查什么

## 2. 会选：根据需求选择电路及元器件

(1) 在已知需求情况下选择电路形式，例如：

- 是采用电压串联负反馈电路、电压并联负反馈电路、电流串联负反馈电路还是采用电流并联负反馈电路。
- 是采用同相比例还是反相比例
- 是采用文氏桥振荡电路、LC正弦波振荡电路还是采用石英晶体正弦波振荡电路。
- 是采用OTL、OCL、BTL电路还是变压器耦合乙类推挽电路
- 是采用电容滤波还是电感滤波
- 是采用稳压管稳压电路还是串联型稳压电路
- 是采用线性稳压电路还是开关稳压电路





# 一、考查什么

## 3. 会调，根据需求调试电路

- (1) 电路调试的方法及步骤
- (2) 调整电路性能指标应改变哪些元件参数、如何改变
- (3) 电路故障的判断和消除
  - 调整放大器的电压放大倍数、输入电阻和输出电阻的方法与步骤
  - 调整三角波振荡电路的振荡频率和幅值达到预定值的方法和步骤
  - 电路中某元件断路或短路将产生什么现象。
  - 电路出现异常情况可能的原因。

## 4. 会设计，根据需求设计难度不太大的电路

## 二、复习什么

- (1) 以基本概念、基本电路、基本分析方法为主线
- (2) 概念和性能指标：每个术语的物理意义，如何应用
- (3) 基本电路：电路结构特征、性能特点、基本功能、适用场合，这是读图的基础。

- 基本放大电路
- 集成运放
- 运算电路
- 有源滤波电路
- 正弦波振荡电路
- 电压比较器
- 非正弦波振荡电路
- 信号变换电路
- 功率放大电路
- 直流电源

# 基本分析方法

通常，不同类型的电路采用不同的方式来描述其功能和性能指标，不同类型电路的指标参数有不同的求解方法。即正确识别电路，并求解电路

- 放大电路用放大倍数、输入电阻、输出电阻和通频带描述
- 运算电路用运算关系式描述
- 电压比较器用电压传输特性描述
- 有源滤波器用幅频特性描述
- 功率放大电路用最大输出功率和效率描述
- 波形发生电路用输出电压波形及其周期和振幅描述
- 求解放大电路的参数用等效电路法
- 求解运算电路要利用节点电流法、叠加原理
- 求解电压比较器的电压传输特性要求解三要素



### 三、怎样复习

特别注意基础知识的**综合应用，融会贯通**。

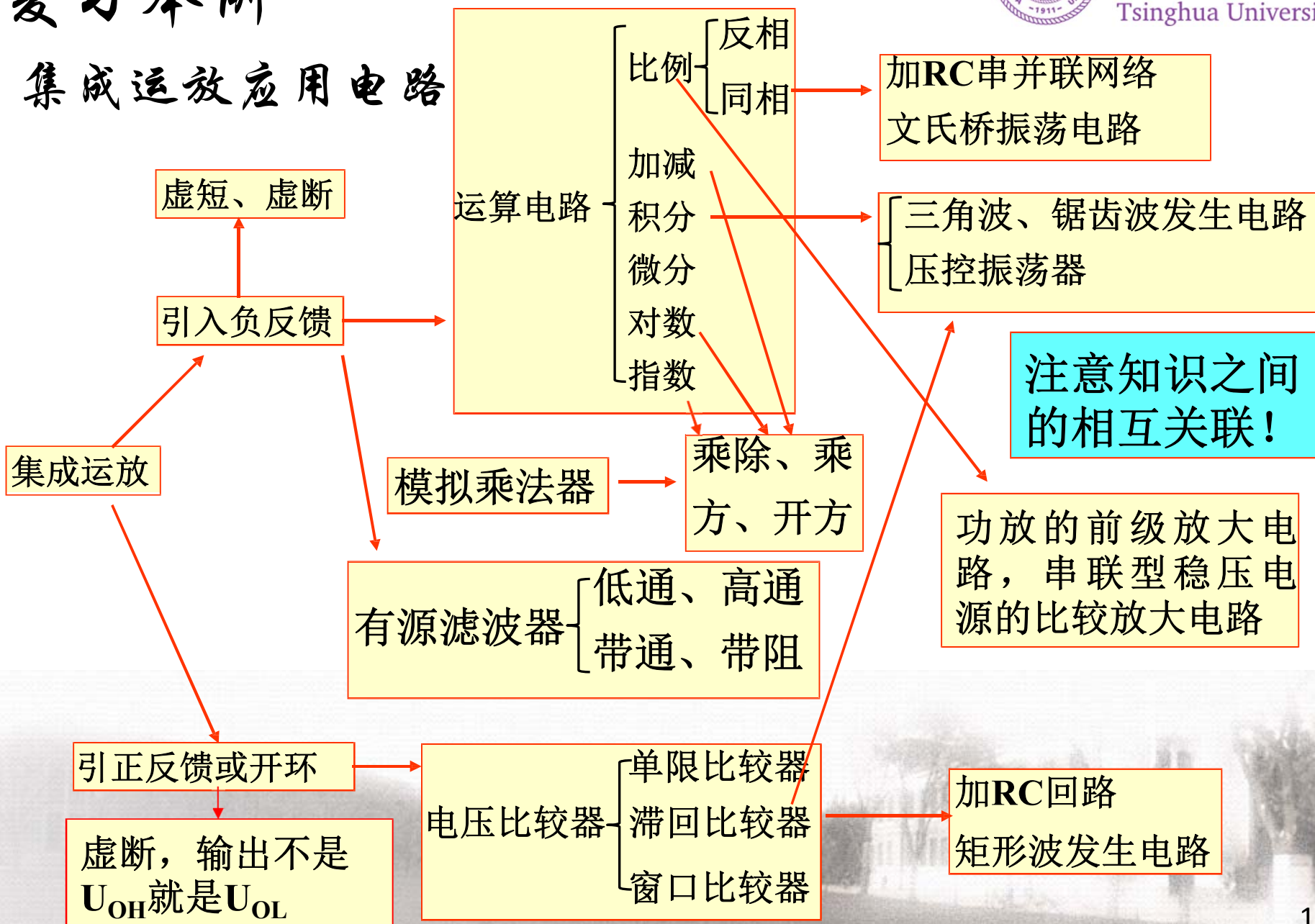
例如：

- 非正弦波发生电路既含有运算电路（积分电路）又含有电压比较器（滞回比较器），即既包含集成运放工作在线性区的电路又包含集成运放工作在非线性区的电路。
- 功率放大电路需要和前级电路匹配才能输出最大功率，且为了消除非线性失真通常要引入负反馈。因此，实用功放涉及到放大的概念、放大电路的耦合问题、反馈的判断和估算、自激振荡和消振、功放的输出功率和效率。
- 串联型稳压电源本身既是一个负反馈系统，又是大功率电路，还要考虑电网电压的影响。



# 复习举例

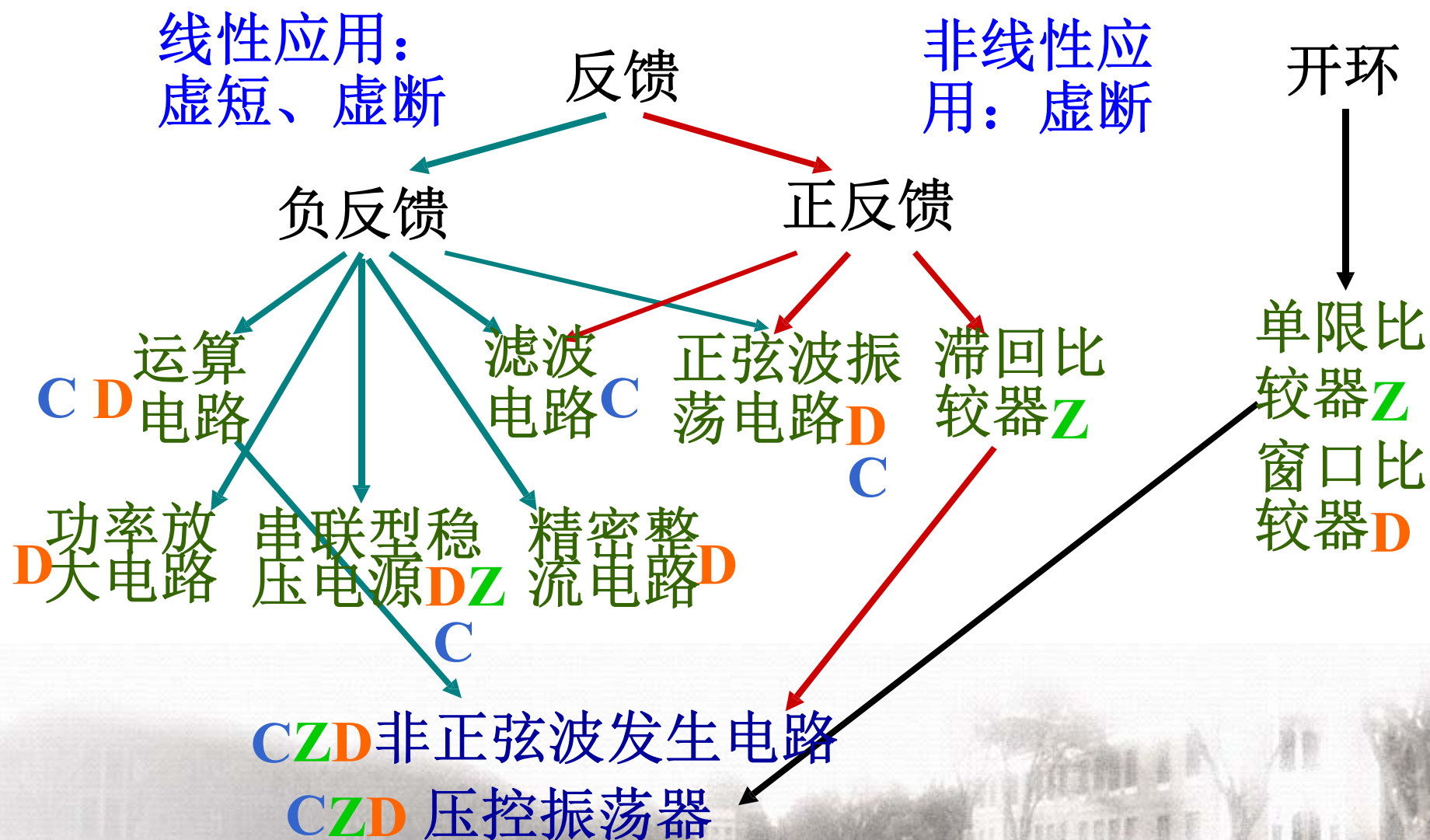
## 集成运放应用电路



# 反馈应用



清华大学  
Tsinghua University



## 第5章 常见题型

会判、会算、会引和会判振消振

- (1) 是否能够正确理解反馈的基本概念
- (2) 反馈性质的判断方法，有无反馈、直流反馈交流反馈、正反馈负反馈、交流负反馈则是四种组态
- (3) 深度负反馈条件下放大倍数的估算方法
- (4) 根据需求引入合适的负反馈的方法
- (5) 根据环路增益 $AF$ 的频率特性来判断电路闭环后是否稳定及简单的消振方法





## 第6章 常见题型

- (1) 判断电路是否为运算电路和属于哪种基本运算电路
- (2) 运算电路的分析计算
- (3) 根据需求选择运算电路
- (4) 有源滤波器的识别及电路分析
- (5) 工作在线性区的集成运放的其它应用电路的分析



## 第7章常见题型

(1) 正弦波振荡电路：判断是否可能产生自激振荡，改错使之有可能产生正弦波振荡，标出变压器同铭端使之有可能产生正弦波振荡，连接电路构成RC桥式正弦波振荡电路，RC桥式正弦波振荡电路振荡频率和幅值的估算等

(2) 电压比较器：电压比较器电路的识别，选择电压比较器，从电压传输特性判断电路的类型及其主要参数，求解电路的电压传输特性，根据所需的电压传输特性设计电路等

(3) 非正弦波发生电路：电路的工作原理和波形分析，振荡频率（周期）和幅值的求解，改错等

(4) 波形变换电路：已知电路画出输入输出波形，根据波形变换的需求选择合适的电路

(5) 信号变换电路：精密整流电路的分析计算,电压--频率转换电路（压控振荡电路）的组成、工作原理、波形分析和主要参数的估算等

## 第8章 常见题型

- (1) 功率放大电路的特点和最大输出功率、效率的有关概念
- (2) 功率放大电路类型的识别
- (3) **OCL**、**OTL**最大输出功率和效率的估算、功放管的选择
- (4) 功率放大电路中反馈的分析、估算和引入
- (5) 功率放大电路的故障分析

由于实用的功率放大电路常为引入深度负反馈的多级放大电路，除涉及功放自己的特殊问题外，还涉及关于基本放大电路、集成运放、反馈等多方面的知识，因而题目往往具有一定的综合性，也就具有一定的难度

## 第9章 常见题型

- (1) 直流电源的基本知识，包括整流、滤波和稳压电路的作用，不同电路的特点和在一定需求下电路的选择
- (2) 单相整流电路工作原理和波形分析、输出电压和电流平均值的估算、整流二极管的选择以及整流滤波电路的故障分析
- (3) 稳压管稳压电路的工作原理、分析计算和参数的选择
- (4) 串联型稳压电源的组成、输出电压调节范围的估算、调整管的极限参数以及故障分析



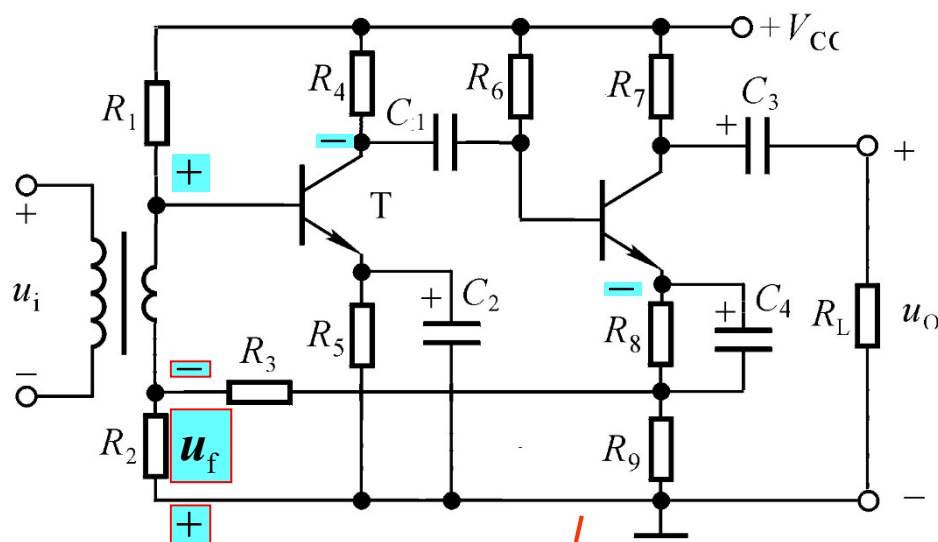




# 例题讨论



# 讨论一

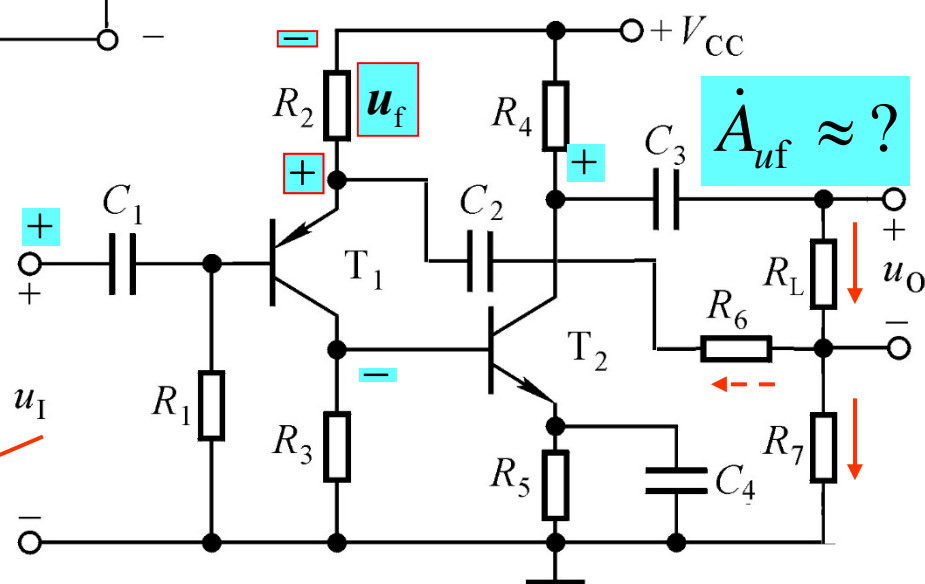


设所有的电容对交流信号均可视为短路。试说明电路中是否引入了交流负反馈；如引入了，则说明其组态。

电流串联负反馈

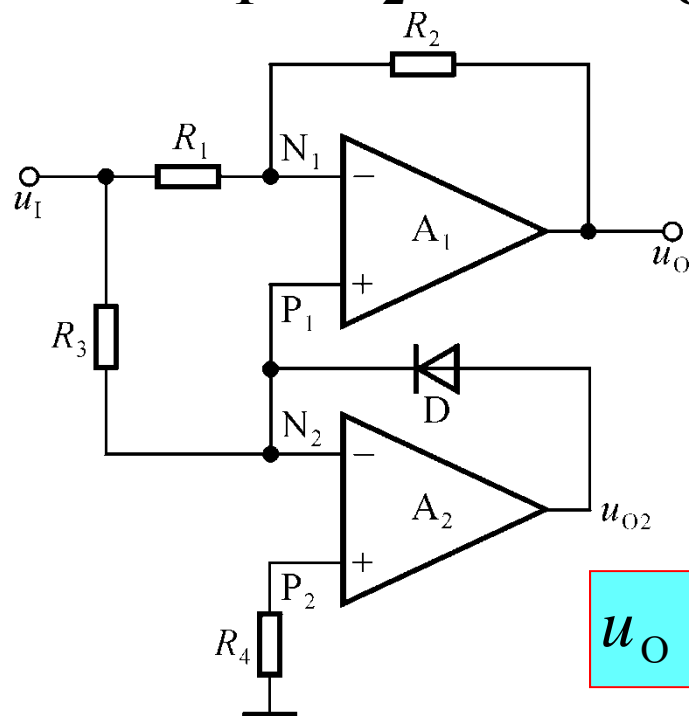
$$\dot{A}'_{uf} \approx \frac{(R_2 + R_3 + R_7)(R_7 // R_L)}{R_2 R_9}$$

电流串联负反馈



## 讨论二

已知  $R_1 = R_2$ , 求解  $u_O = f(u_I) = ?$



二极管什么时候导通？什么时候截止？

在集成运放应用电路中开关管的工作状态往往决定于输入信号或输出信号的极性！

$$u_O = |u_I|$$

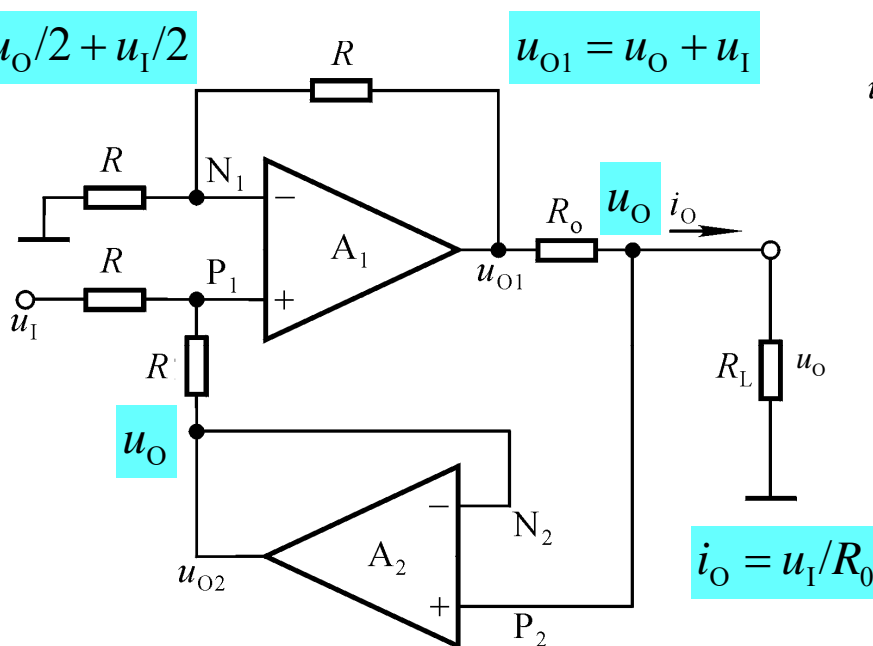
$u_I > 0$  时,  $u_{O2} < 0$ , D 截止,  $u_O = u_I$ ;

$u_I < 0$  时,  $u_{O2} > 0$ , D 导通,  $u_{P1} = 0$ ,  $u_O = -u_I$ ;

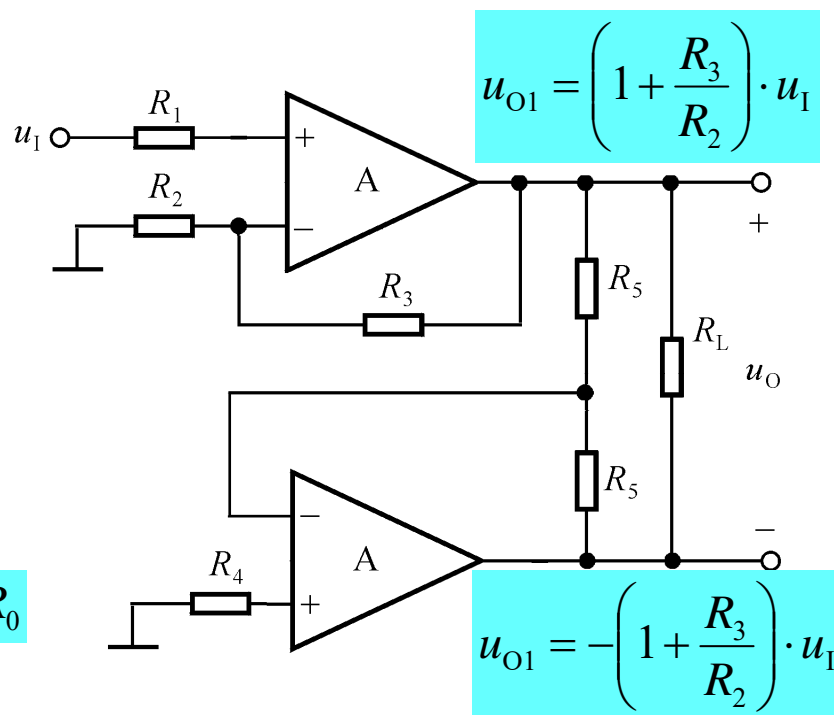
## 讨论三

分析以各集成运放为核心器件分别组成哪种基本运算电路，并求解各电路的运算关系。

$$u_n = u_O/2 + u_I/2$$



$$i_O = f(u_I) = ?$$



$$u_O = f(u_I) = ? R_1 = ? R_O = ?$$

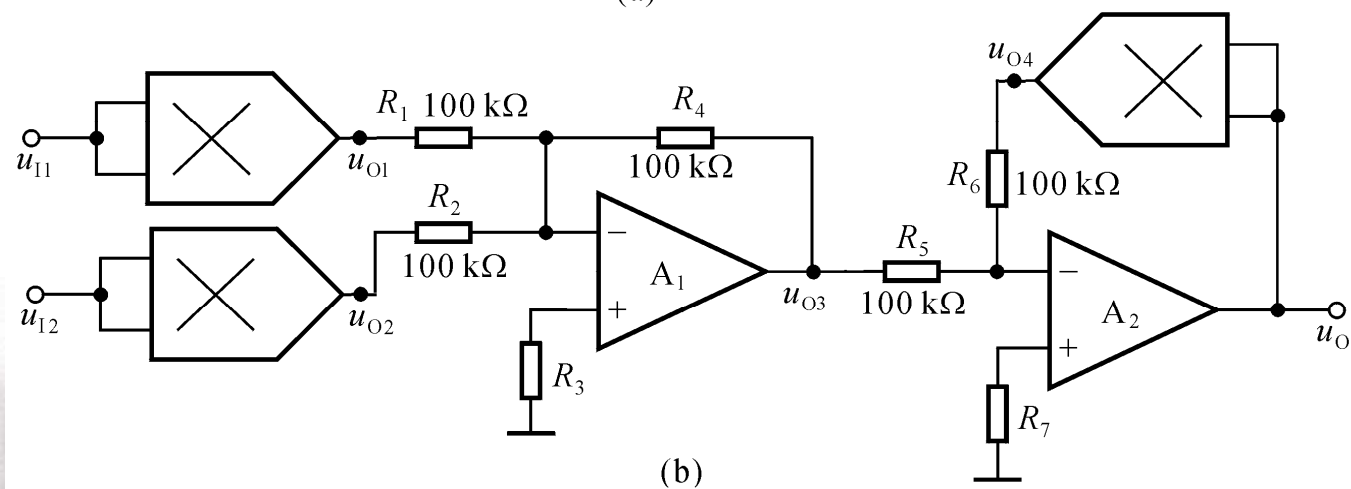
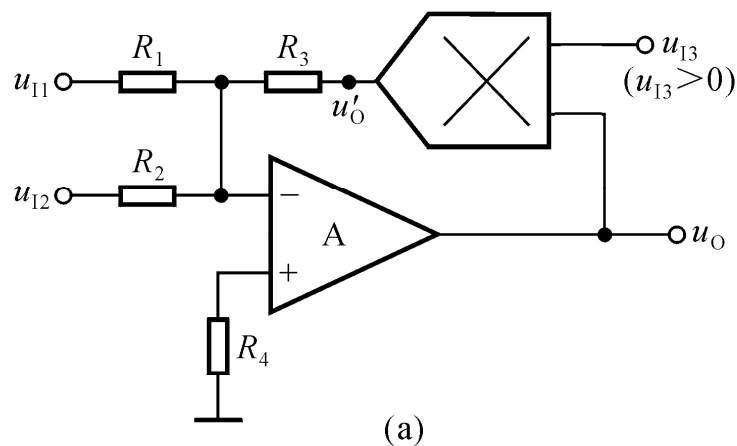
右图所示电路可等效成差分放大电路的哪种接法？与该接法的分立元件电路相比有什么优点？





# 讨论四

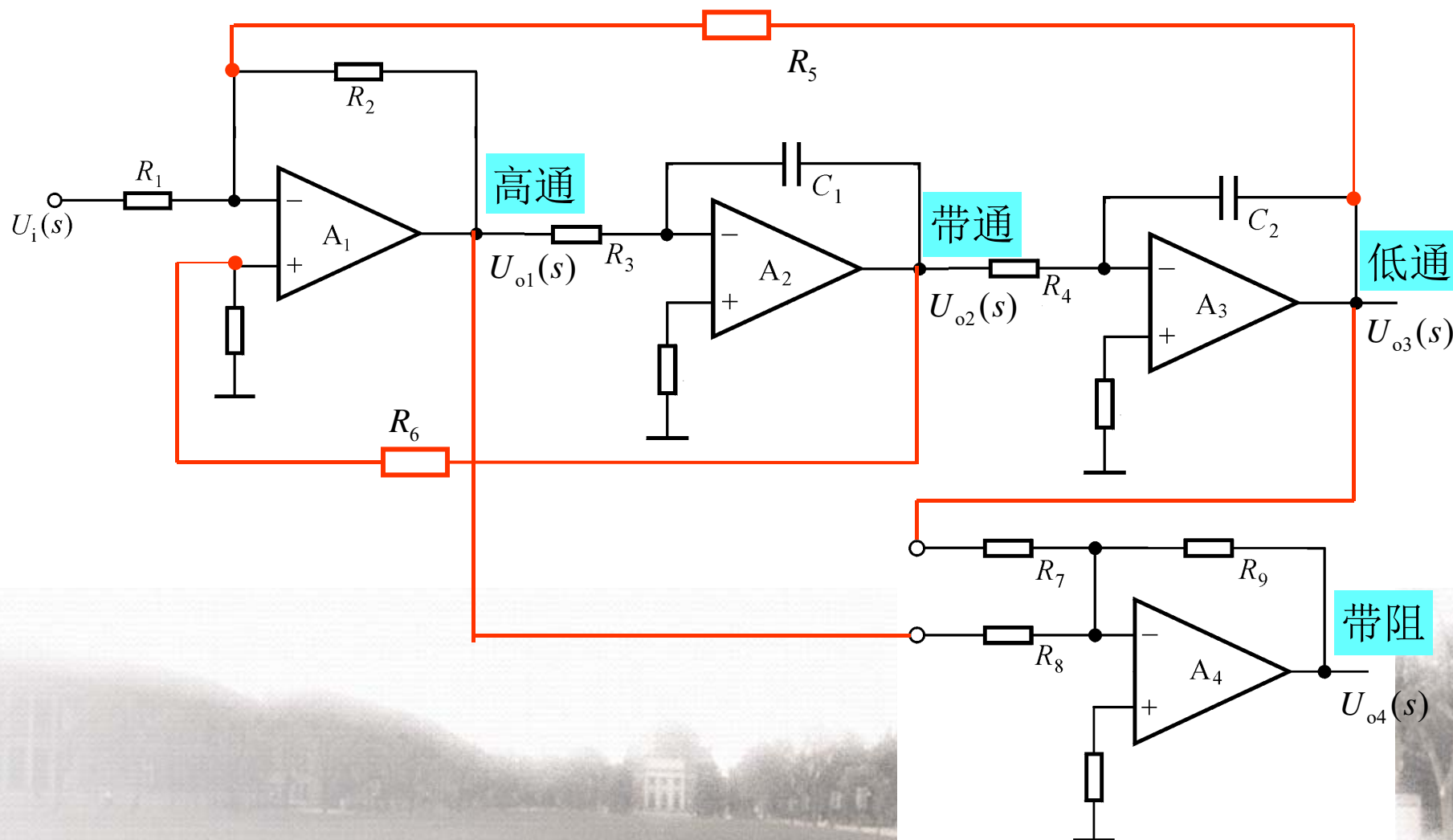
## 求解运算关系式





# 讨论五

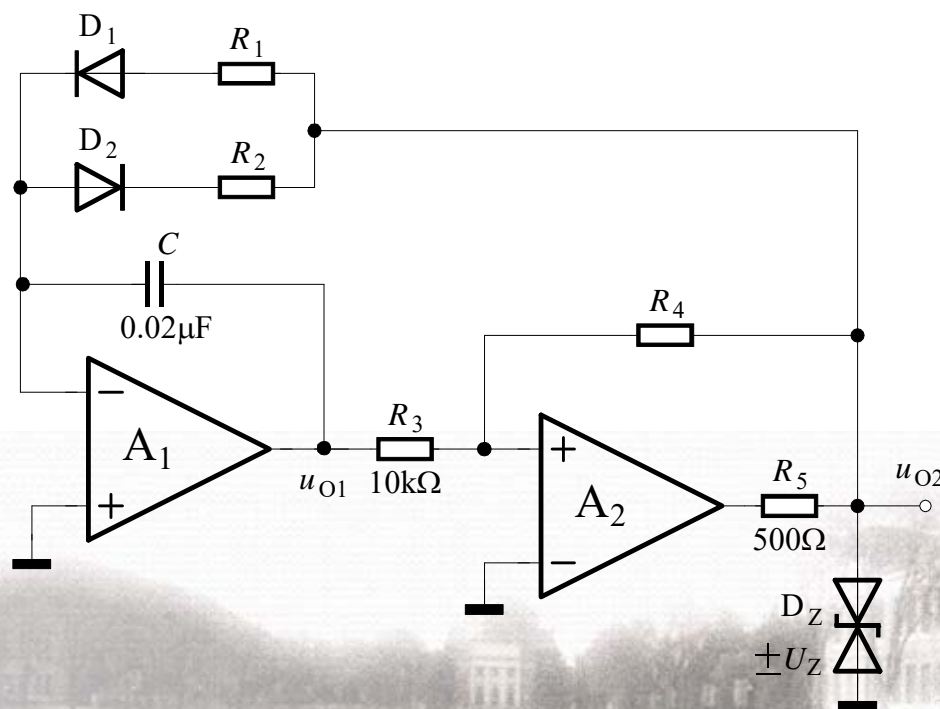
## 二阶状态变量滤波器



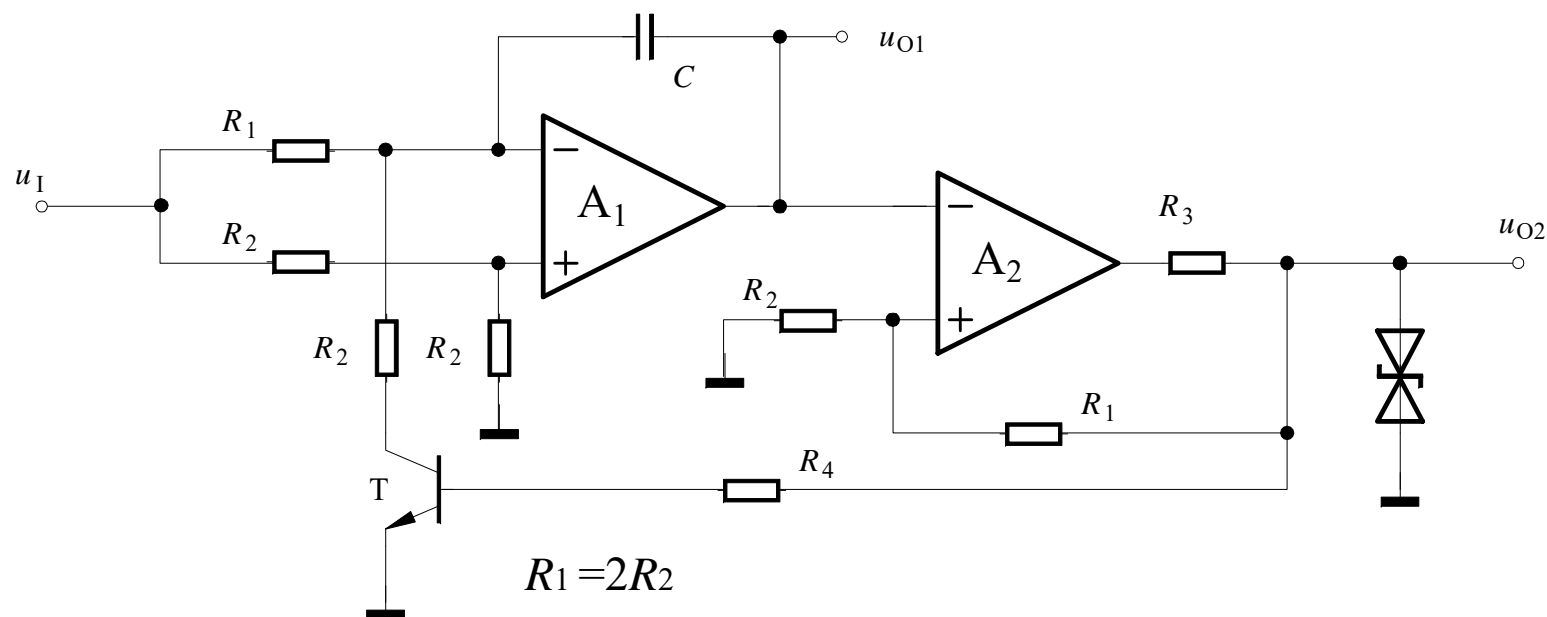
# 讨论六

已知 $u_{O1}$ 和 $u_{O2}$ 的峰-峰值均为10V，二极管为理想二极管。

- 1) 求出稳压管的稳压值 $U_Z$ 和 $R_4$ 的阻值；
- 2) 定性画出 $u_{O1}$ 、 $u_{O2}$ 的波形图；
- 3) 求解 $q$ 的表达式。



# 讨论七



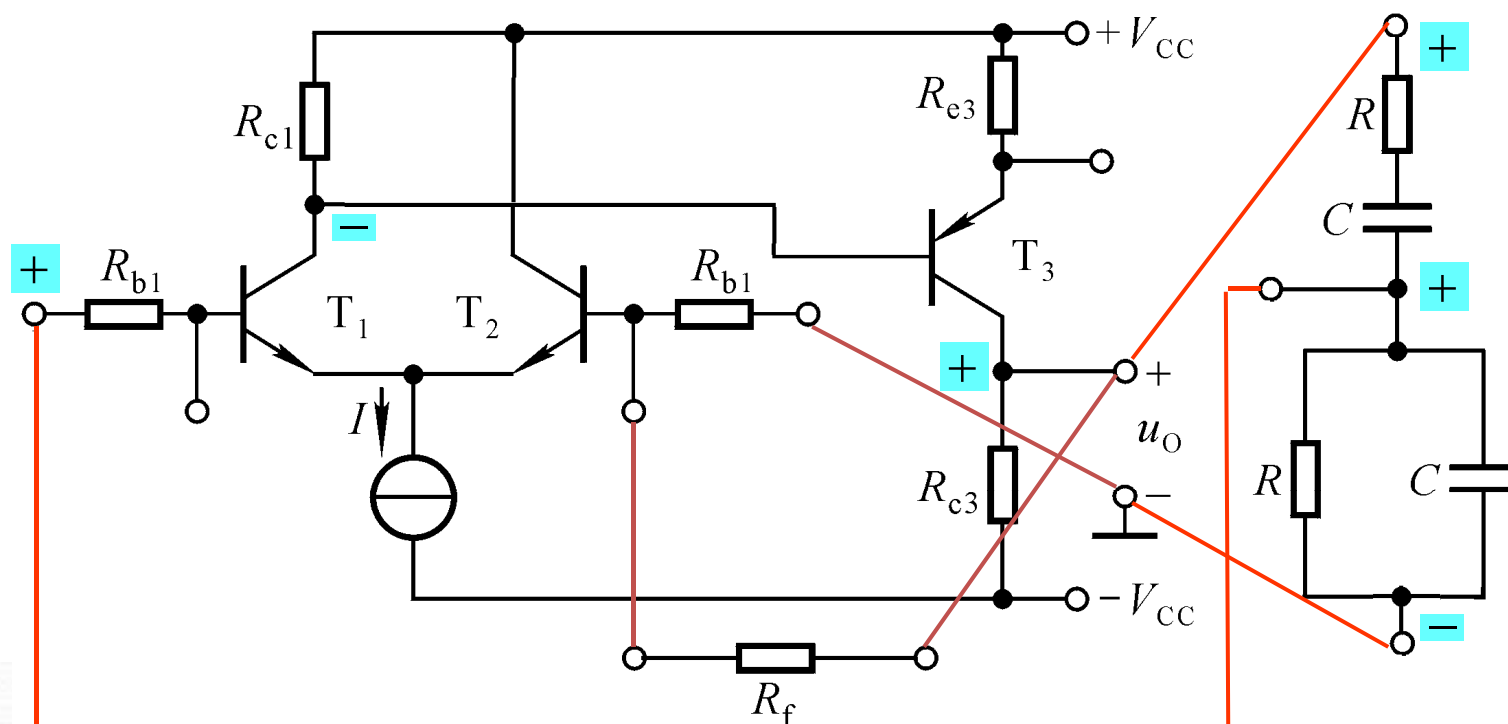
- 1) 晶体管什么情况下导通？什么情况下截止？
- 2) 晶体管饱和导通和截止  $u_{O1}$  和  $u_I$  的运算关系？
- 3)  $u_I$  的极性？
- 4)  $u_{O1}$ 、 $u_{O2}$  的波形？
- 5)  $u_I$  与振荡频率的关系？



# 讨论八

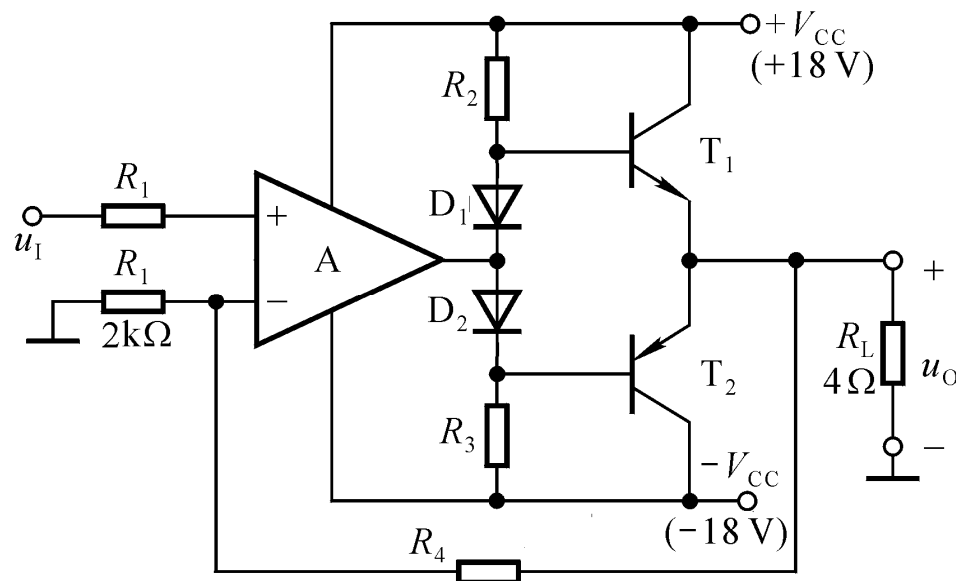


合理连接电路，组成文氏桥振荡电路



## 讨论九

电路如图所示。已知 $T_1$ 和 $T_2$ 的饱和管压降  $= 2V$ ，直流功耗可忽略不计；集成运放为理想运放。



功放能够输出最大功率必需有前级电路的支持。

回答下列问题：

- 1)  $D_1$ 和 $D_2$ 的作用是什么？
- 2) 求解可能的最大输出功率 $P_{om}$ 和效率 $\eta$ ；
- 3) 若集成运放最大输出电压为 $\pm 15V$ ，则最大输出功率 $P_{om}=?$
- 4) 电路中引入了哪种组态的交流负反馈？若最大输入电压的有效值为 $1V$ ，则为使负载获得最大输出功率 $P_{om}$ ，电阻 $R_6$ 至少应取多少千欧？

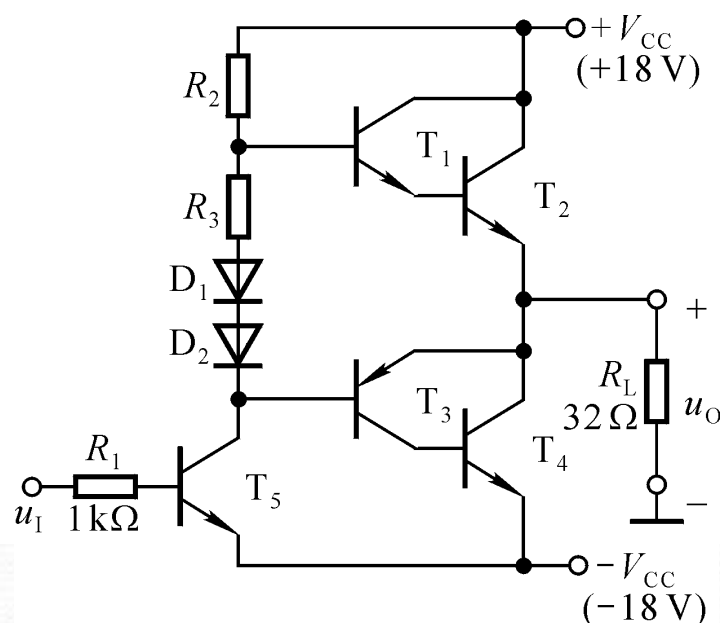


## 讨论十

出现下列故障时，将产生什么现象？

$T_2$ 、 $T_5$ 的极限参数：

$$P_{CM}=1.5W, I_{CM}=600mA, U_{BR(CEO)}=40V。$$



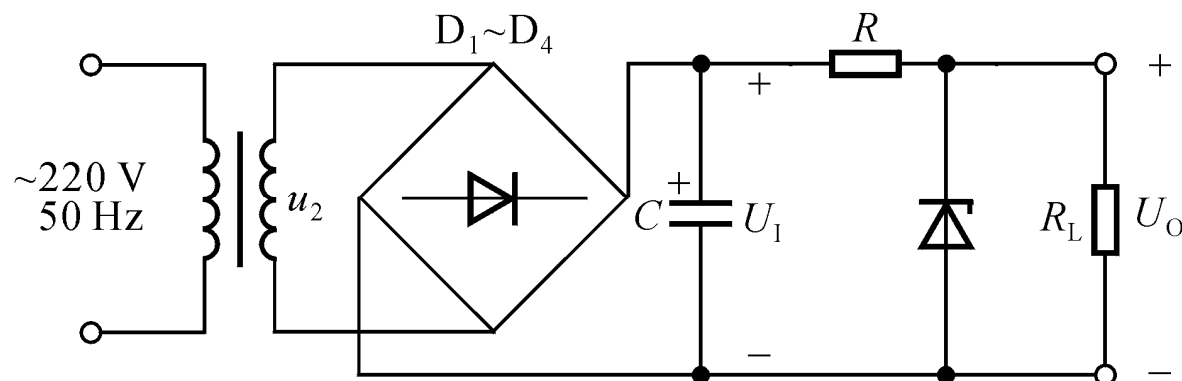
1.  $R_2$ 短路；
2.  $R_2$ 断路；
3.  $D_1$ 短路；
4.  $D_1$ 断路；
5.  $T_1$ 集电极开路。

故障分析的问题，答案具有多样性，需多方面思考！

功放的故障问题，特别需要考虑故障的产生是否影响功放管的安全工作！

# 讨论十一

## 设计稳压管稳压电路



已知输出电压为  
6V，负载电流为0~  
30mA。试求图示电  
路的参数。

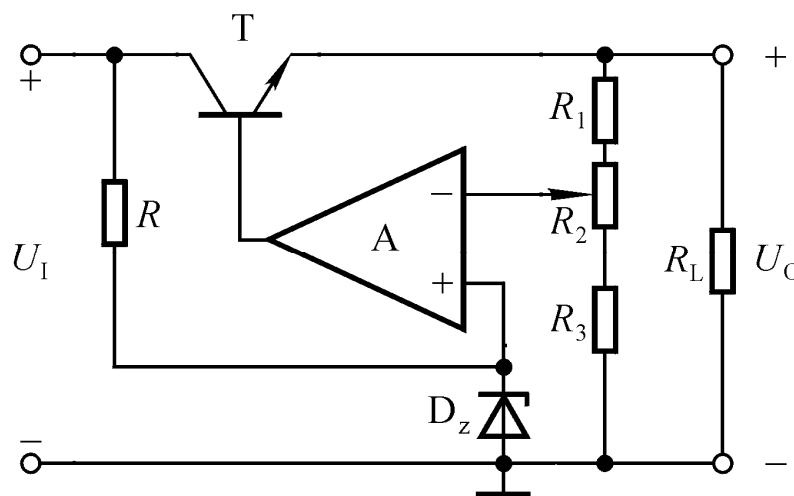
依次选择稳压管、 $U_1$ 、 $R$ 、 $C$ 、 $U_2$ 、二极管

- 1) 输出电压、负载电流→稳压管
- 2) 输出电压→ $U_1$
- 3) 输出电压、负载电流、稳压管电流、 $U_1$ → $R$
- 4)  $U_1$ 、 $R$ →滤波电路的等效负载电阻→ $C$
- 5)  $U_1$ → $U_2$
- 6)  $U_2$ 、 $R$ 中电流→整流二极管



## 讨论十二

对于基本串联型稳压电源进行讨论



1) 若  $U_O$  为  $10\text{V} \sim 20\text{V}$ ,  $R_1 = R_3 = 1\text{k}\Omega$ , 则  $R_2$  和  $U_Z$  各为多少?

2) 若电网电压波动  $\pm 10\%$ ,  $U_O$  为  $10\text{V} \sim 20\text{V}$ ,  $U_{CES} = 3\text{V}$ ,  $U_I$  至少选取多少伏?

3) 若电网电压波动  $\pm 10\%$ ,  $U_I$  为  $28\text{V}$ ,  $U_O$  为  $10\text{V} \sim 20\text{V}$ ; 晶体管的电流放大系数为  $50$ ,  $P_{CM} = 5\text{W}$ ,  $I_{CM} = 1\text{A}$ ; 集成运放最大输出电流为  $10\text{mA}$ , 则最大负载电流约为多少?

应取几个极限值求出的负载电流最大值中最小的那个作为电源的性能指标——最大负载电流