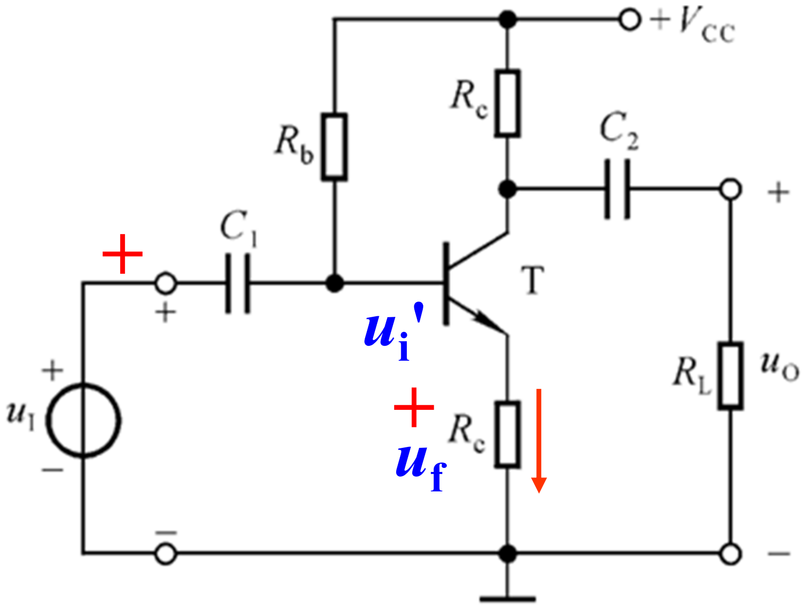
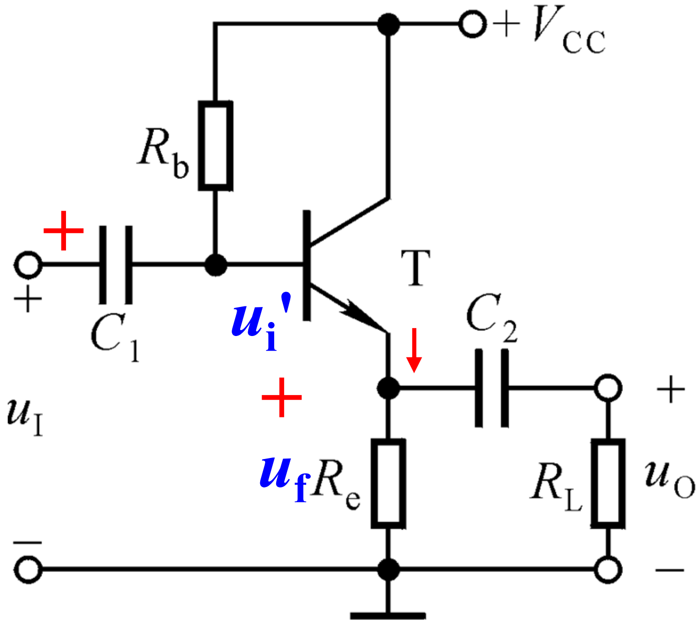
# 讨论3：判断交流负反馈组态

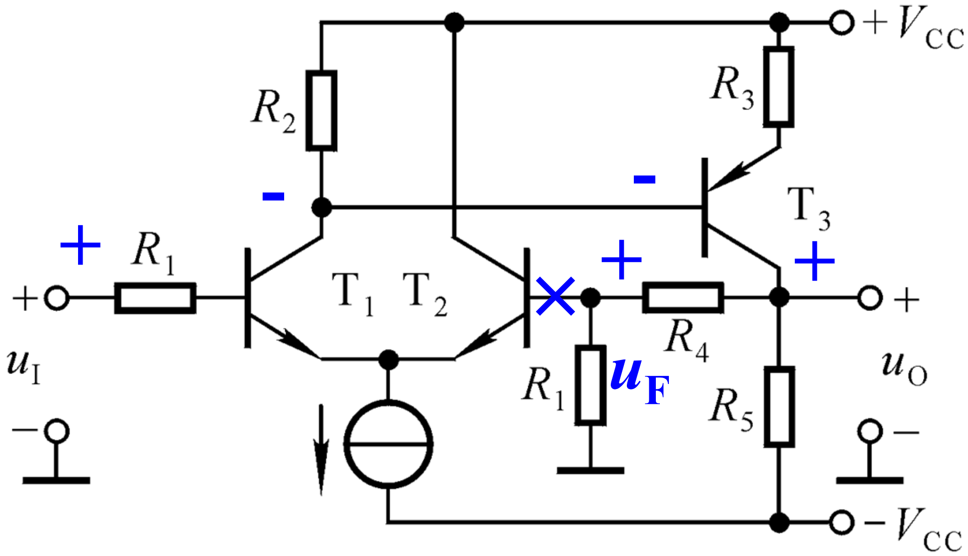



通过电阻$R_e$引入了交直流负反馈
电流串联负反馈




电压串联负反馈

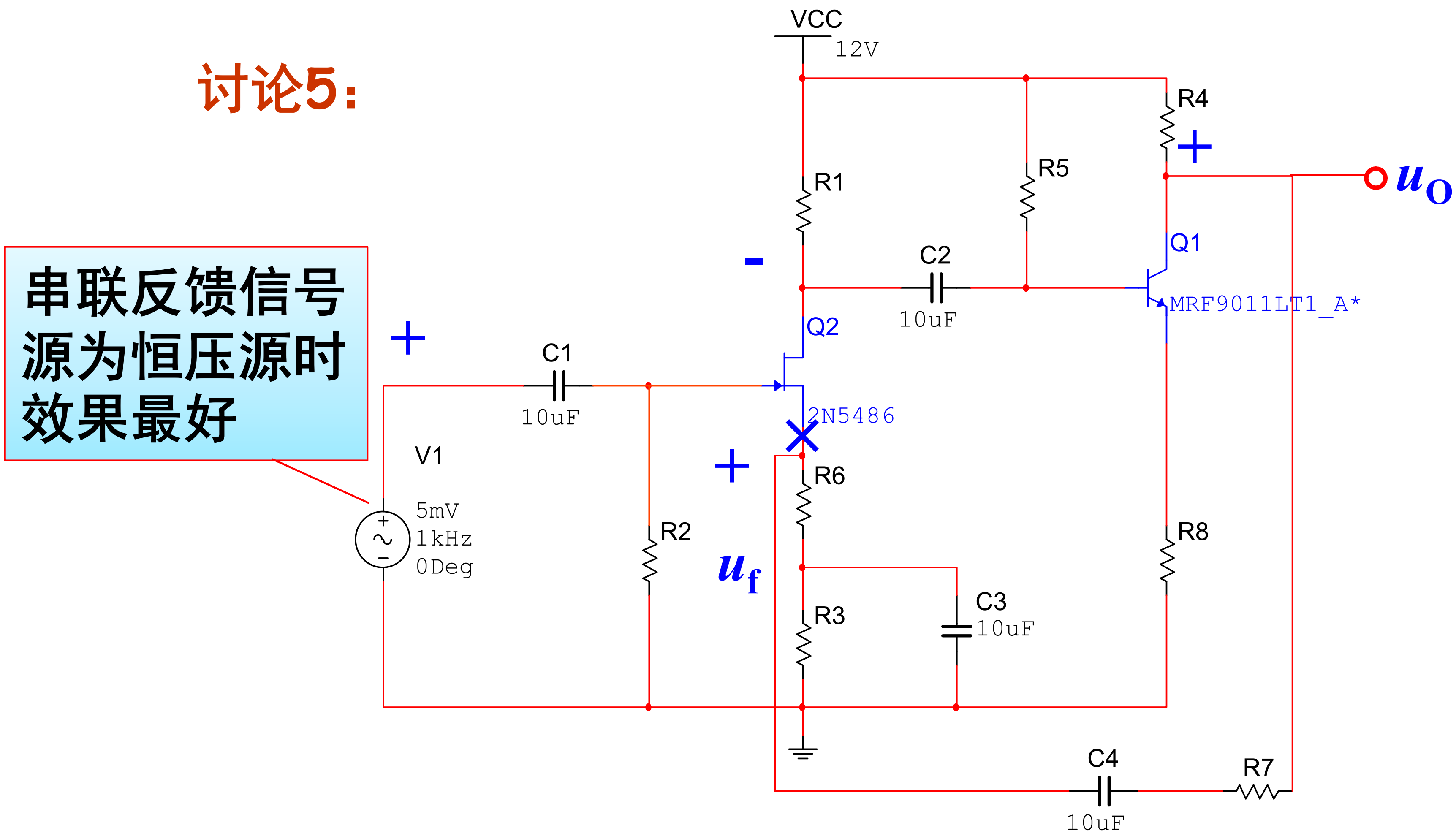
## 讨论4：




**$R_1$、$R_4$引入了交、直流级间负反馈**

**电压串联负反馈**

## 讨论5：



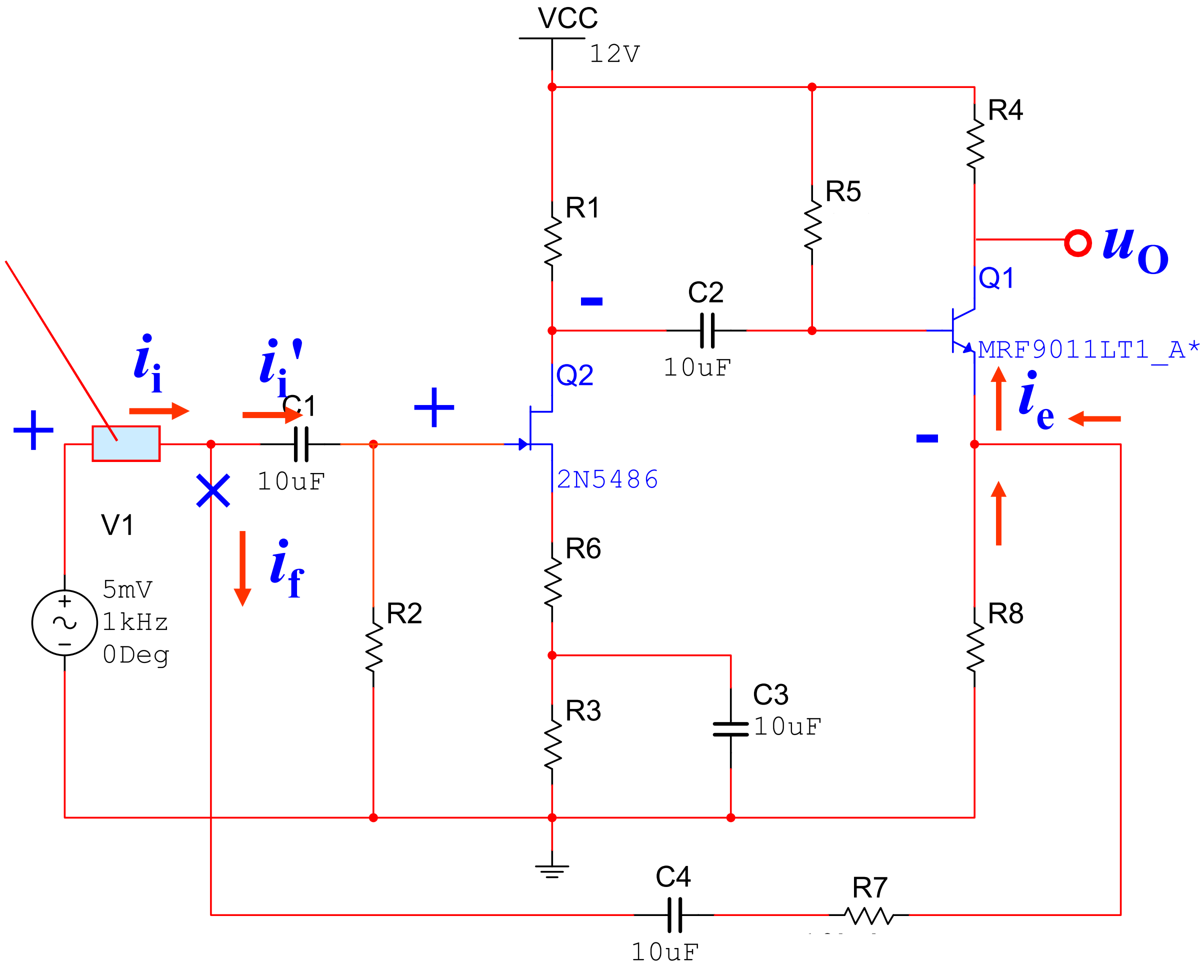

$u_i' = u_i - u_f$　　$R_7$、$C_4$、$R_6$引入了级间交流电压串联负反馈

$R_6$、$R_8$引入了局部交直流负反馈

$R_3$、$C_3$引入了局部直流负反馈

# 讨论6：

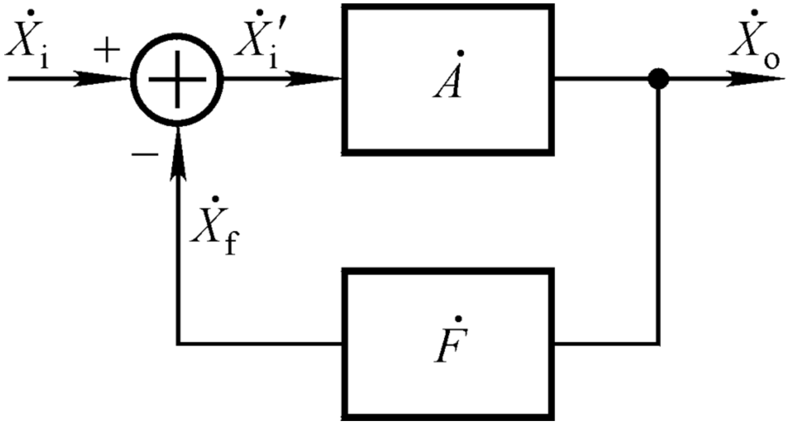
并联反馈信号源为恒流源时效果最好，若为电压源则必须有内阻




$i_i' = i_i - i_f$　　$R_7$、$C_4$引入了级间电流并联负反馈

# 6.3 负反馈放大电路的表示方法

## 一、方块图表示法



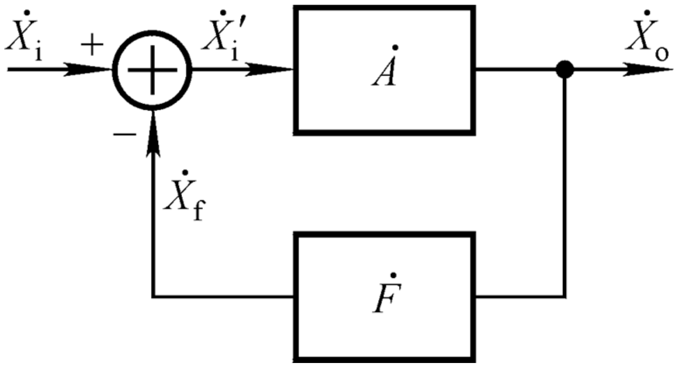

$$\dot{A}=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i'}$$ 开环放大倍数

$$\dot{F}=\frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o}$$ 反馈系数

$$\dot{A}_f=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i}$$ 闭环放大倍数

$$\dot{A}\dot{F}=\frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_i'}$$ 环路放大倍数（环路增益）

不同组态下$X_o$，$X_i$，$X_i'$ 所表示的电量不同，因而$A$、$A_f$、$F$ 所表示的涵义也不同！




$$\dot{A}=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i'} \qquad \dot{F}=\frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o} \qquad \dot{A}_f=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i}$$

$$\dot{A} \qquad \dot{F} \qquad \dot{A}_f$$

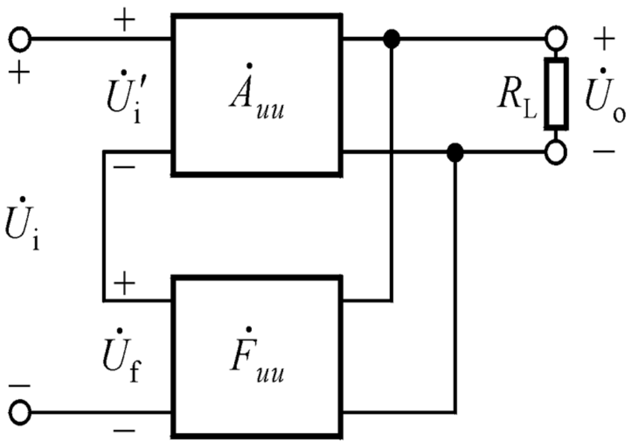
实现电压放大 电压串联 $\dot{A}_{uu}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i'}$ $\dot{F}_{uu}=\frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o}$ $\dot{A}_{uuf}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$

实现电流-电压转换 电压并联 $\dot{A}_{ui}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_i'}$ $\dot{F}_{iu}=\frac{\dot{I}_f}{\dot{U}_o}$ $\dot{A}_{uif}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_i}$

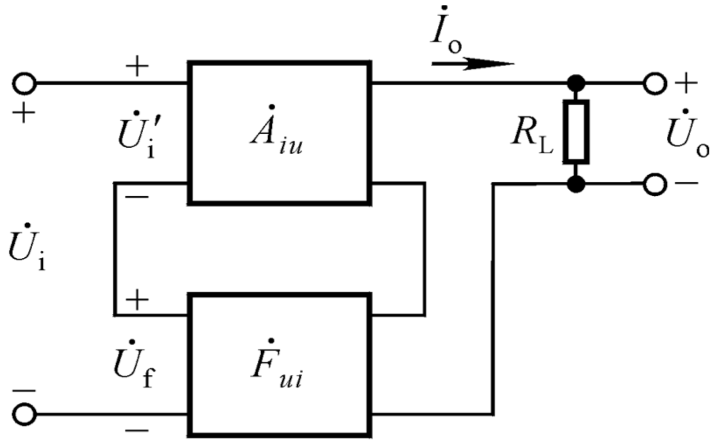
实现电压-电流转换 电流串联 $\dot{A}_{iu}=\frac{\dot{I}_o}{\dot{U}_i'}$ $\dot{F}_{ui}=\frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_o}$ $\dot{A}_{iuf}=\frac{\dot{I}_o}{\dot{U}_i}$

实现电流放大 电流并联 $\dot{A}_{ii}=\frac{\dot{I}_o}{\dot{I}_i'}$ $\dot{F}_{ii}=\frac{\dot{I}_f}{\dot{I}_o}$ $\dot{A}_{iif}=\frac{\dot{I}_o}{\dot{I}_i}$

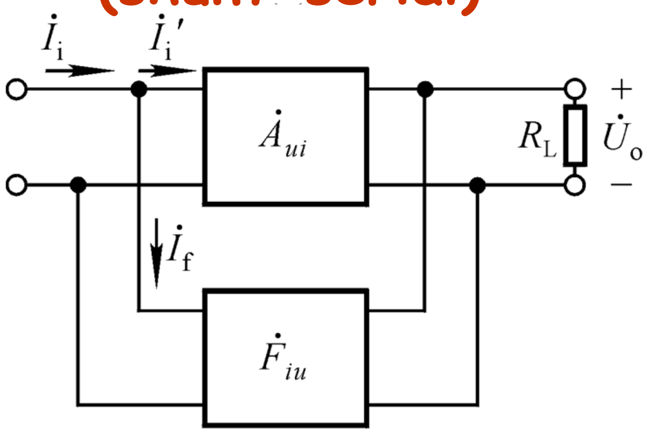
## 二、四种组态的方块图表示



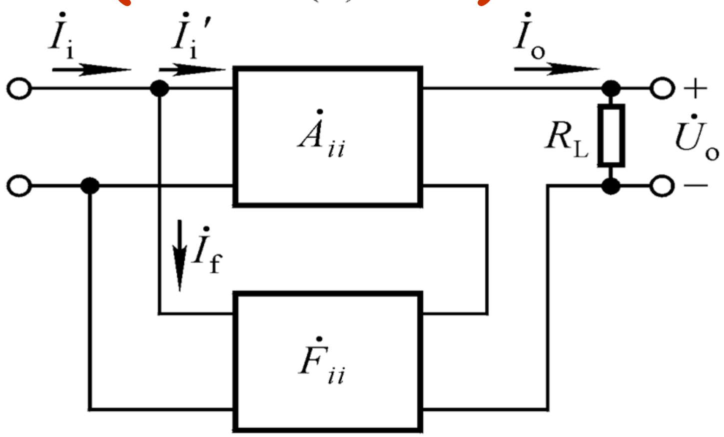

电压串联
(shunt-serial)




电流串联
(serial-serial)



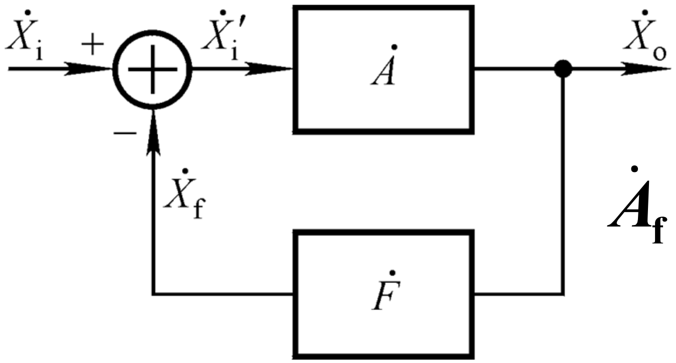

电压并联
(shunt-shunt)




电流并联
(serial-shunt)

## 三、负反馈放大倍数$A_f$的表达式

$$\dot{A}=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i'}\qquad \dot{F}=\frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o}\qquad \dot{A}_f=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i}$$




$$\dot{A}_f=\frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i'+\dot{X}_f}=\frac{1}{\frac{\dot{X}_i'}{\dot{X}_o}+\frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o}}=\frac{1}{\frac{1}{\dot{A}}+\dot{F}}=\frac{\dot{A}}{1+\dot{A}\dot{F}}$$

**中频段：**

$AF>0$，$|A_f|<|A|$，引入了负反馈，$A$、$F$、$A_f$符号相同

$AF<0$，$|A_f|>|A|$，引入了正反馈；当$AF$=-1 时，$A_f=\infty$

当$|1+\dot{A}\dot{F}|>>1$时，$\dot{A}_f\approx\frac{1}{\dot{F}}$

$A_f$只由反馈网络决定

1+$AF$常称为反馈深度。将满足$|1+AF|>>1$条件的负反馈称为深度负反馈。在深度负反馈下$A_f$只与$F$有关，而与$A$无关，说明$A_f$比较稳定。

# 6.4 深度负反馈放大电路放大倍数的估算

## 一、深度负反馈的实质

当$|1+\dot{A}\dot{F}|>>1$时，$\dot{A}_f \approx \dfrac{1}{\dot{F}}$

深度负反馈下，净输入量近似为零！

$$\begin{cases} \dot{A}_f = \dfrac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i} \\ \dot{F} = \dfrac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o} \end{cases} \Rightarrow \dot{X}_i \approx \dot{X}_f \Rightarrow \dot{X}_i' = \dot{X}_i - \dot{X}_f \approx 0$$

串联负反馈：$U_i' = U_i - U_f \approx 0$

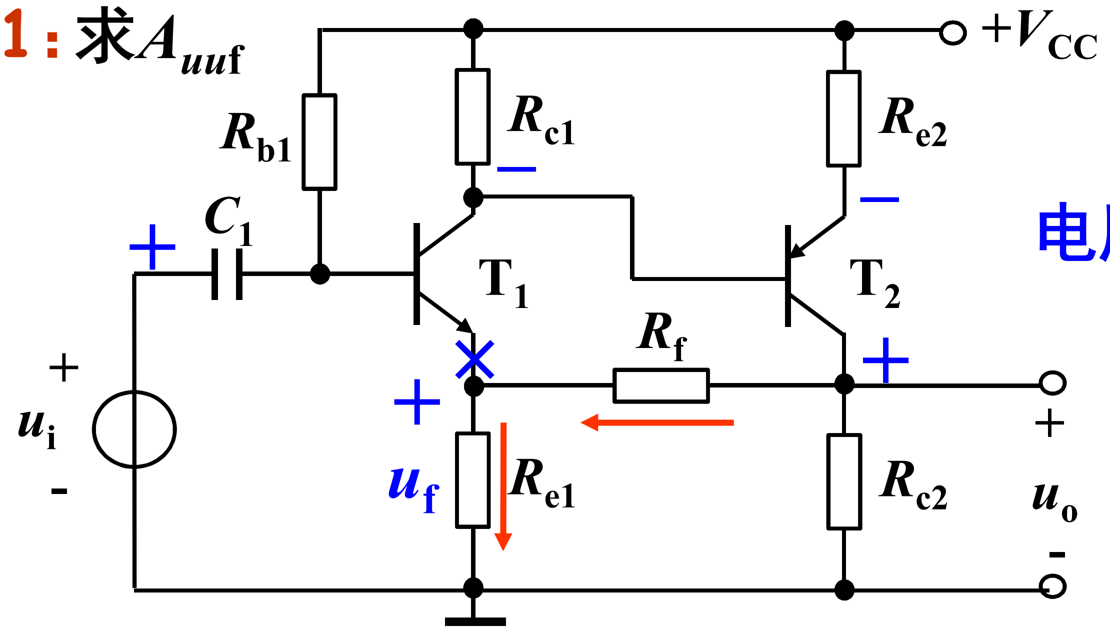
**虚短**：净输入端近似短路

并联负反馈：$I_i' = I_i - I_f \approx 0$

**虚断**：净输入端近似开路

## 二、深度负反馈下电压放大倍数的估算（通过$F$求）

讨论1：求$A_{uuf}$



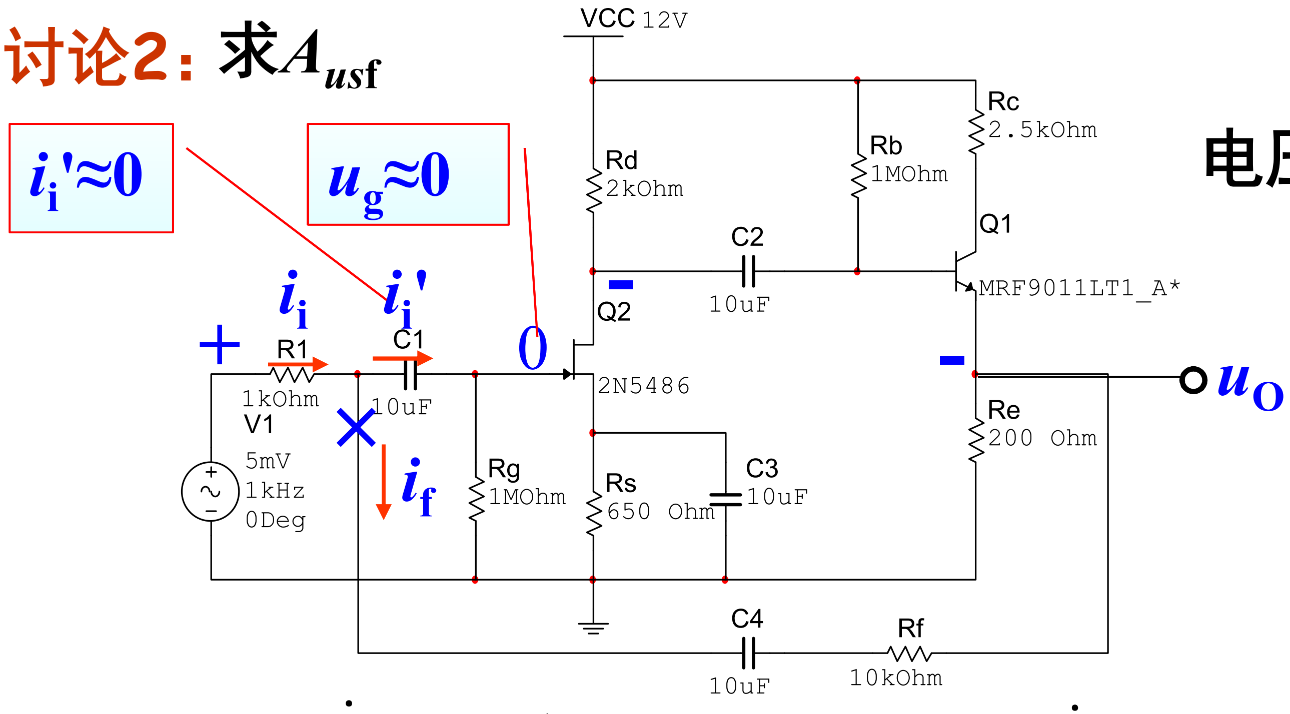

电压串联负反馈

$$\dot{F}_{uu}=\frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o}=\frac{R_{e1}}{R_{e1}+R_f}$$

$$\dot{A}_{uuf}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}\approx\frac{1}{\dot{F}_{uu}}=1+\frac{R_f}{R_{e1}}$$

通常，$A$、$F$、$A_f$、$A_{uuf}$或$A_{usf}$同符号，该符号与由瞬时极性法判断出的$U_o$的极性相同（设$U_i$极性为正）

## 讨论2：求$A_{usf}$




**电压并联负反馈**

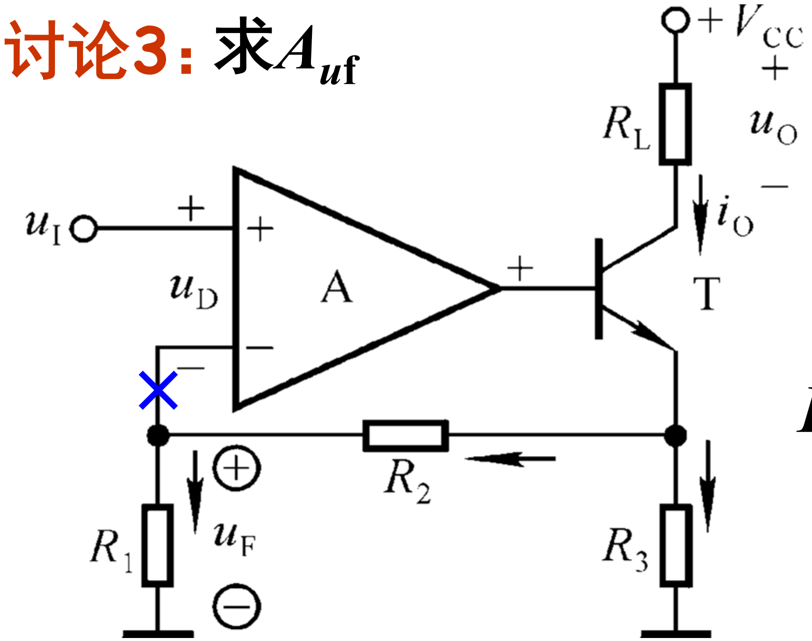
$$\dot{F}_{iu}=\frac{\dot{I}_f}{\dot{U}_o}=-\frac{1}{R_f}$$

$$\dot{A}_{usf}\approx\frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_i R_1}\approx\dot{A}_{uif}\cdot\frac{1}{R_1}\approx-\frac{R_f}{R_1}$$

$$\dot{A}_{uif}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_i}\approx\frac{1}{\dot{F}_{iu}}\approx -R_f$$

深度并联负反馈存在虚断，即$i_i'$近似为零，因此$u_g$也近似为零

讨论3：求$A_{uf}$




电流串联负反馈

反馈电压仅仅由输出电流决定

$$\dot{F}_{ui}=\frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_o}\approx\frac{\dfrac{R_3}{R_1+R_2+R_3}\dot{I}_o\times R_1}{\dot{I}_o}=\frac{R_1R_3}{R_1+R_2+R_3}$$

$$\dot{A}_{iuf}=\frac{\dot{I}_o}{\dot{U}_i}\approx\frac{1}{\dot{F}_{ui}}\approx\frac{R_1+R_2+R_3}{R_1R_3}$$

$$\dot{A}_{uf}=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}=\frac{\dot{I}_o\cdot R_L}{\dot{U}_i}=\dot{A}_{iuf}\cdot R_L\approx\frac{(R_1+R_2+R_3)R_L}{R_1R_3}$$