



第十一章 电子电路中的反馈

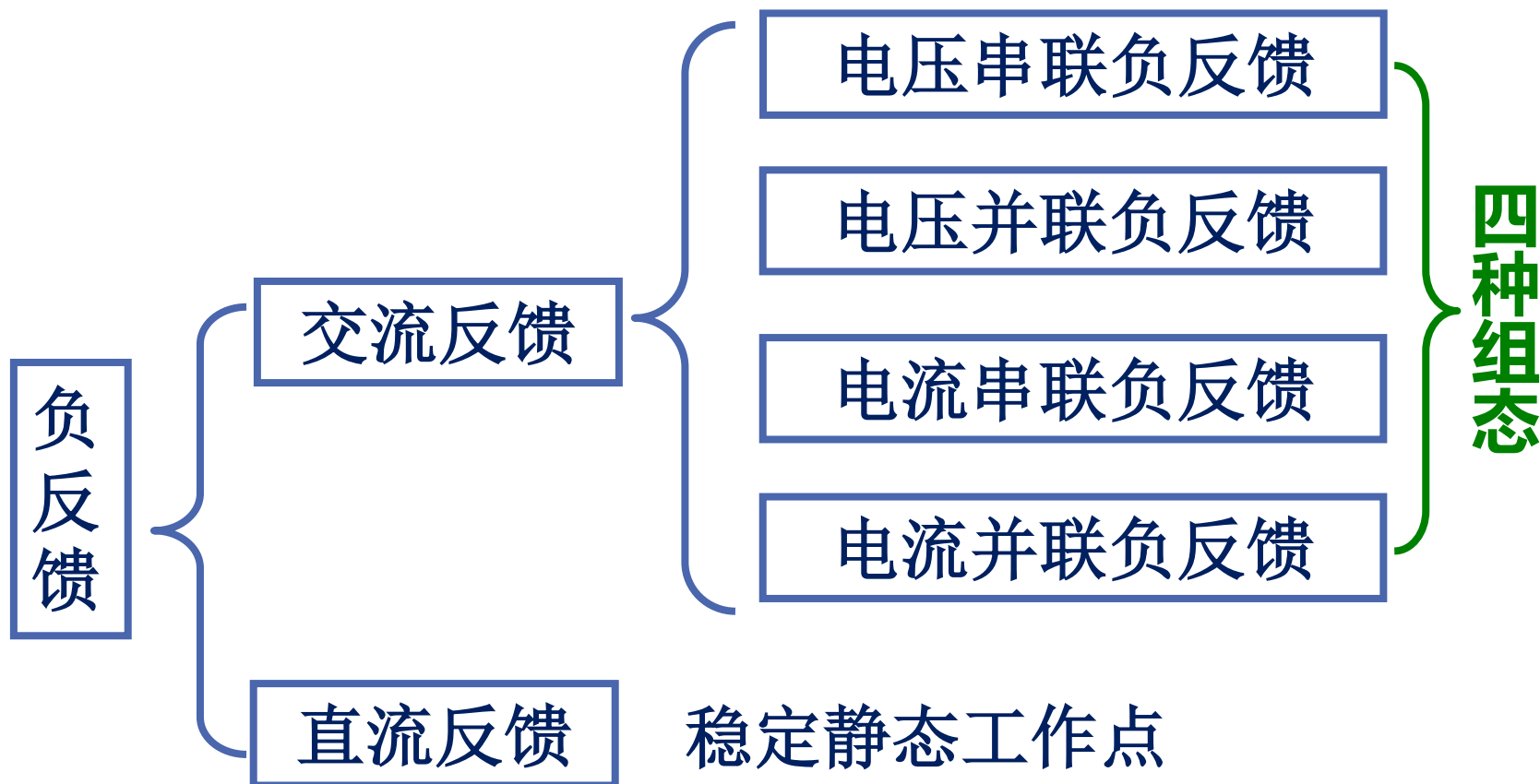
11.1 反馈概述

11.2 放大电路中的负反馈

11.3 正反馈应用举例---RC正弦波振荡电路



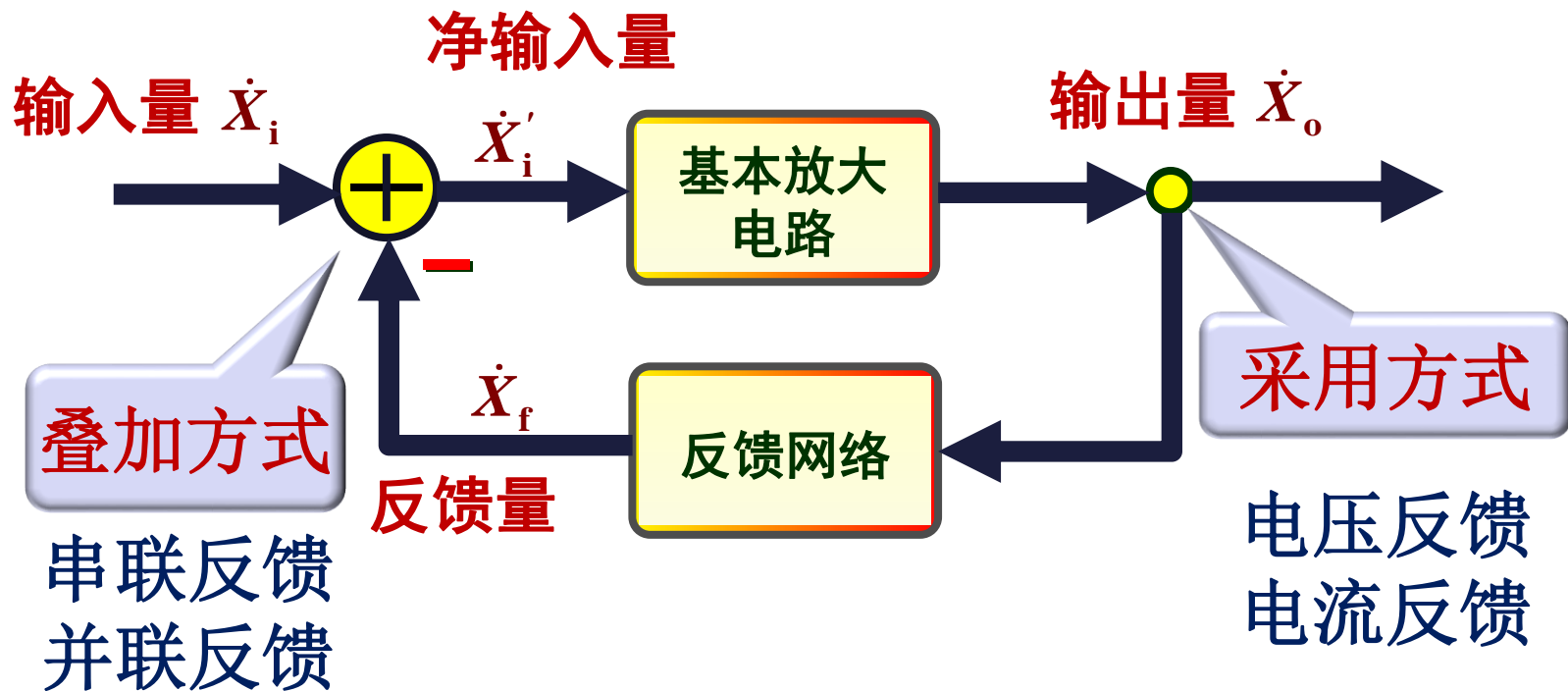
11.2 放大电路中负反馈





放大电路交流负反馈的四种组态

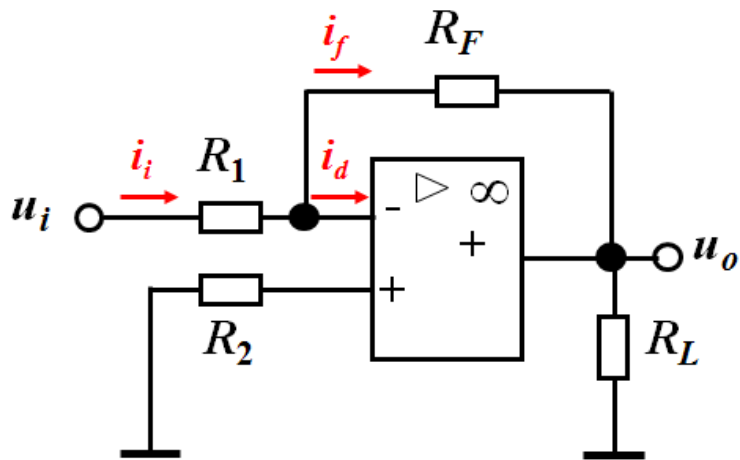
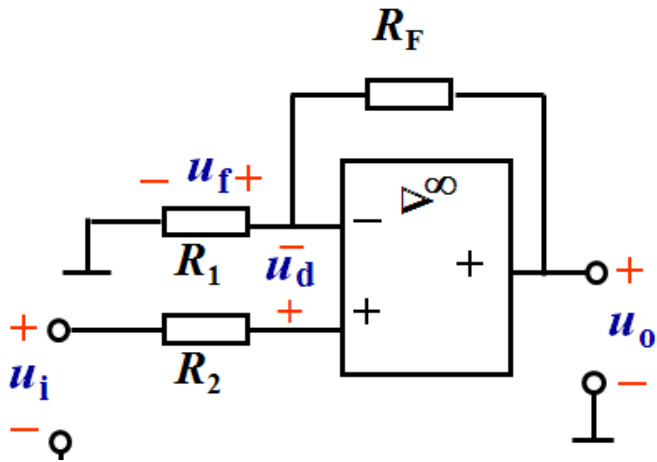
将放大电路输出端的信号(电压或电流)的一部分或全部引回到输入端, 与输入信号迭加——**反馈**



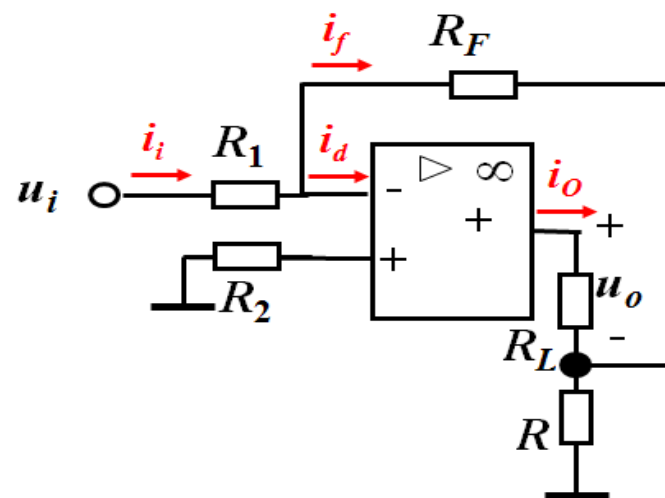
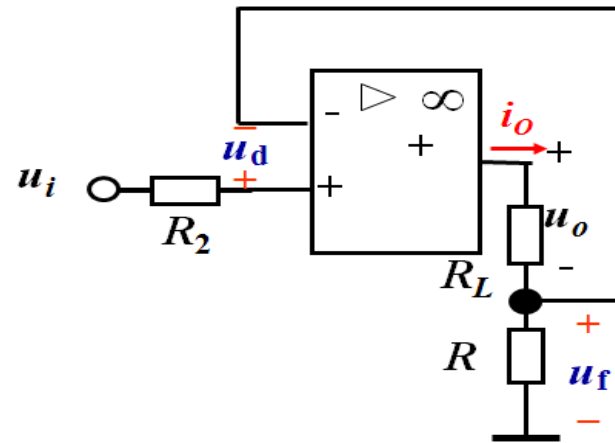


电压、电流反馈判断技巧

令负载 R_L 两端电压为0，看反馈是否仍然存在？



不存在 电压反馈

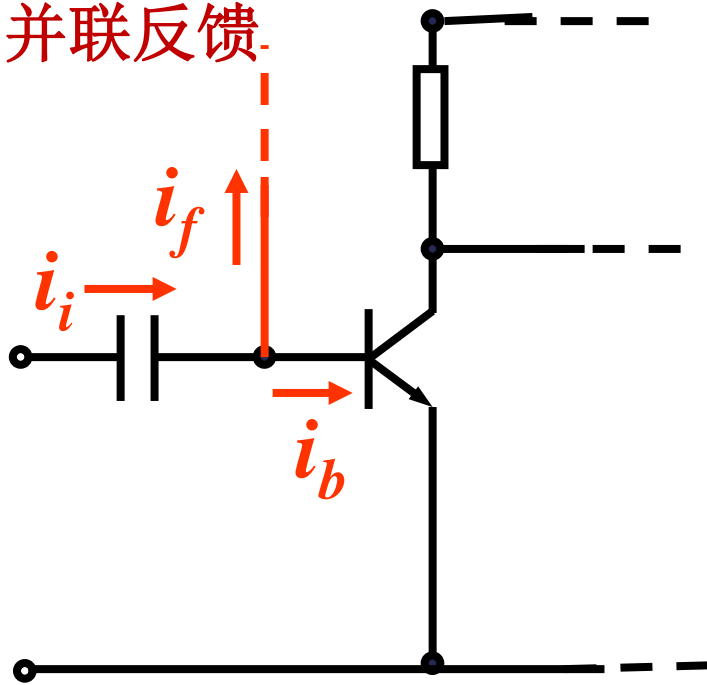


存在 电流反馈



反馈叠加的两种形式

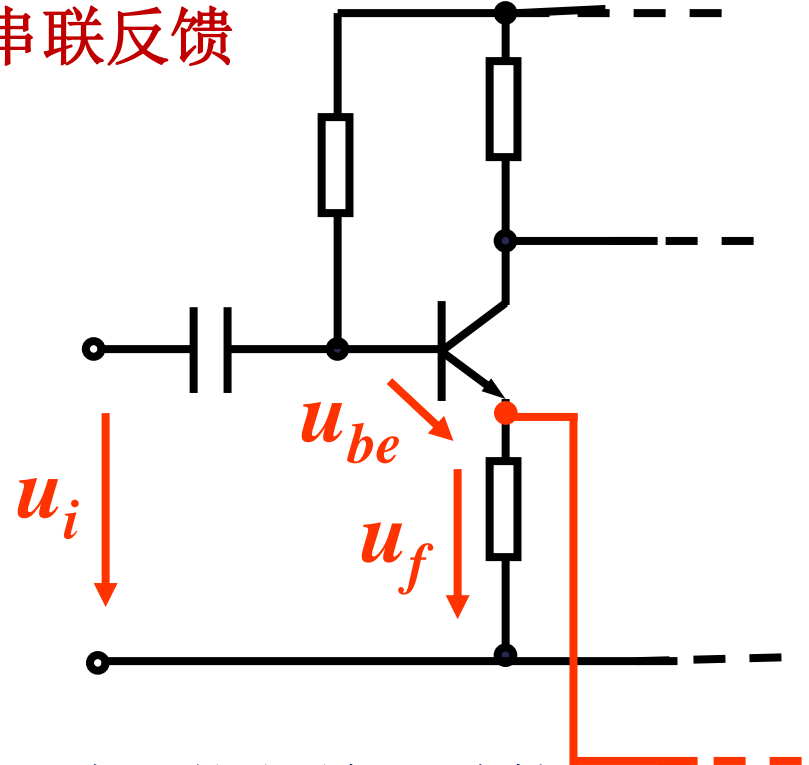
并联反馈



反馈网络与输入端接
同一输入端

$$i_b = i_i - i_f$$

串联反馈

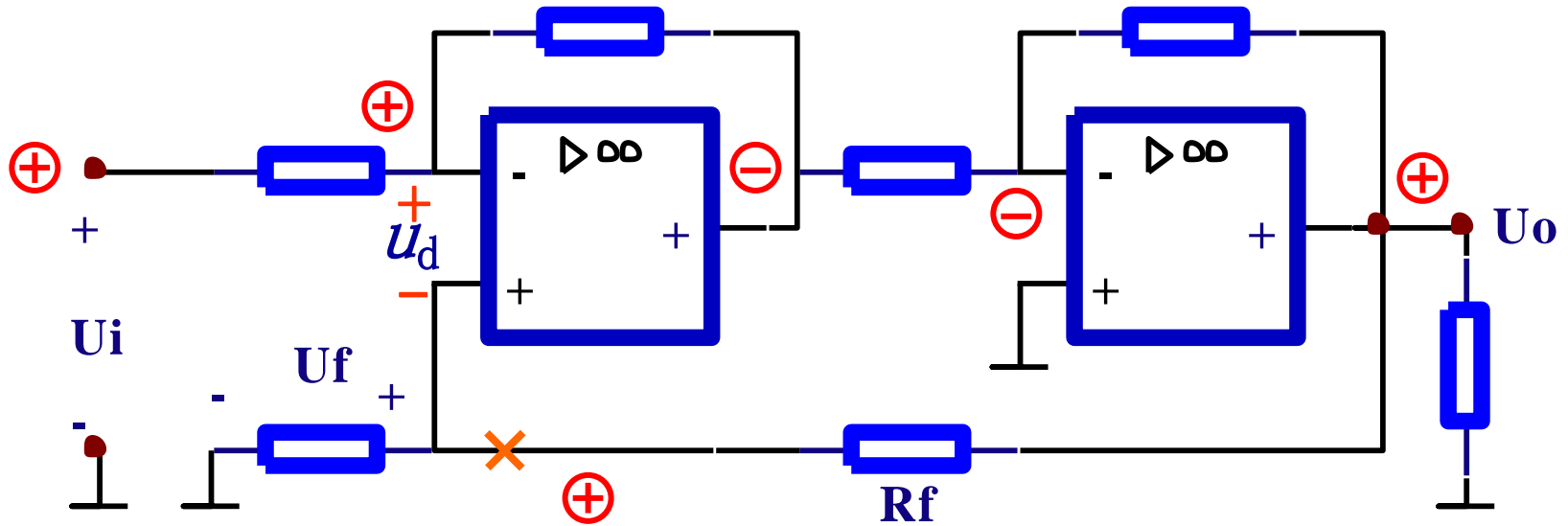


反馈网络与输入端接
不同输入端

$$u_{be} = u_i - u_f$$



例：试分析电路的反馈类型



解：

负反馈

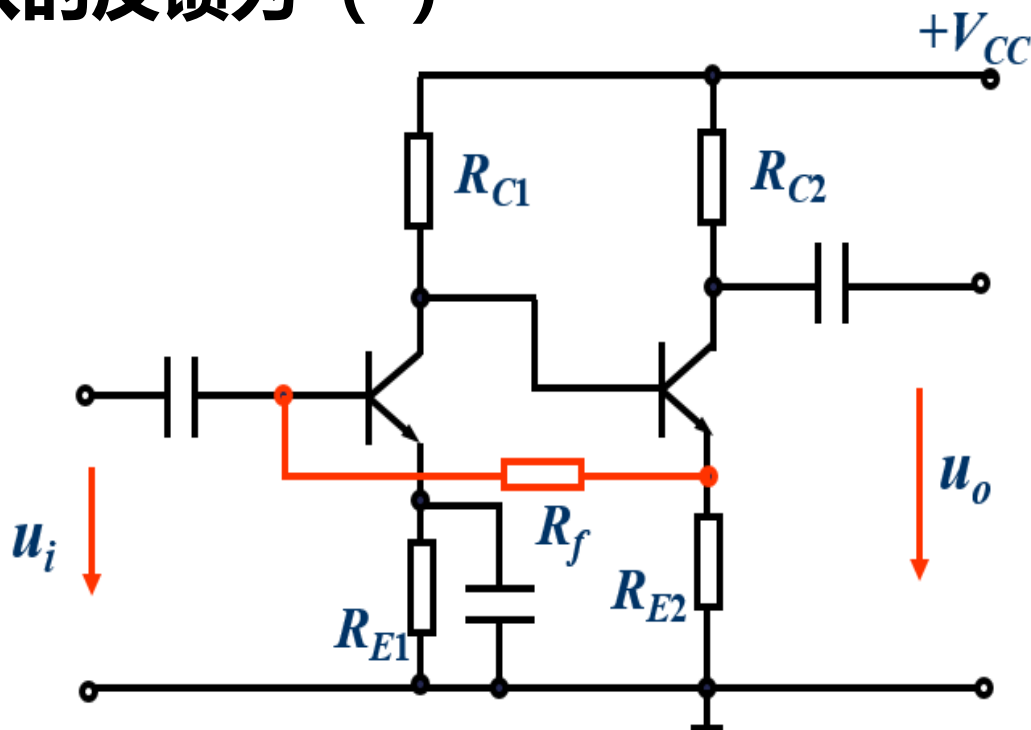
入 串联
出 电压

=> 电压串联负反馈



电压串联负反馈

下面电路引入的反馈为 ()



A

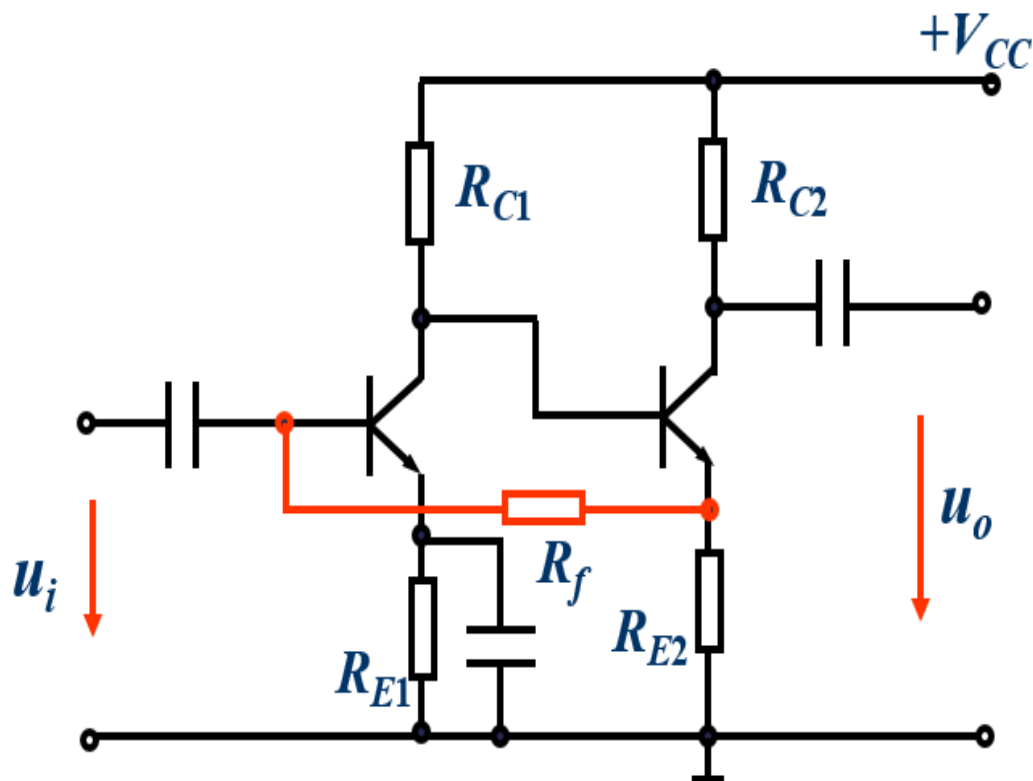
正反馈

B

负反馈

提交

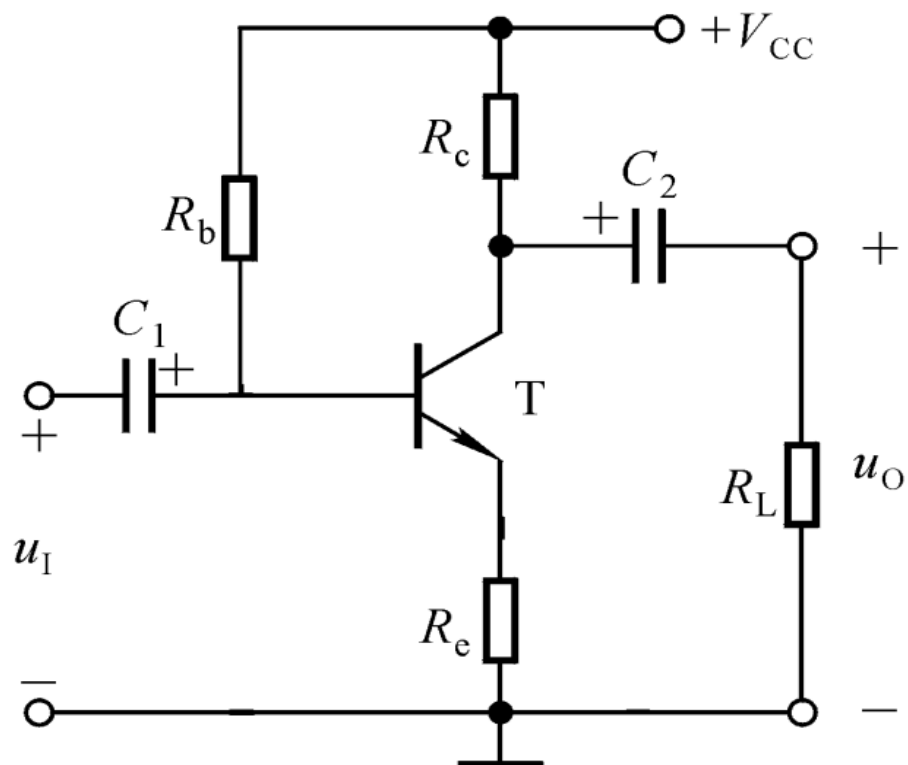
下面电路引入的负反馈组态为 ()



- ☐ A 电压串联
- ☐ B 电压并联
- ☐ C 电流串联
- ☒ D 电流并联

提交

下面电路引入的负反馈组态为 ()



- ☐ A 电压串联
- ☐ B 电压并联
- ☒ C 电流串联
- ☐ D 电流并联

提交

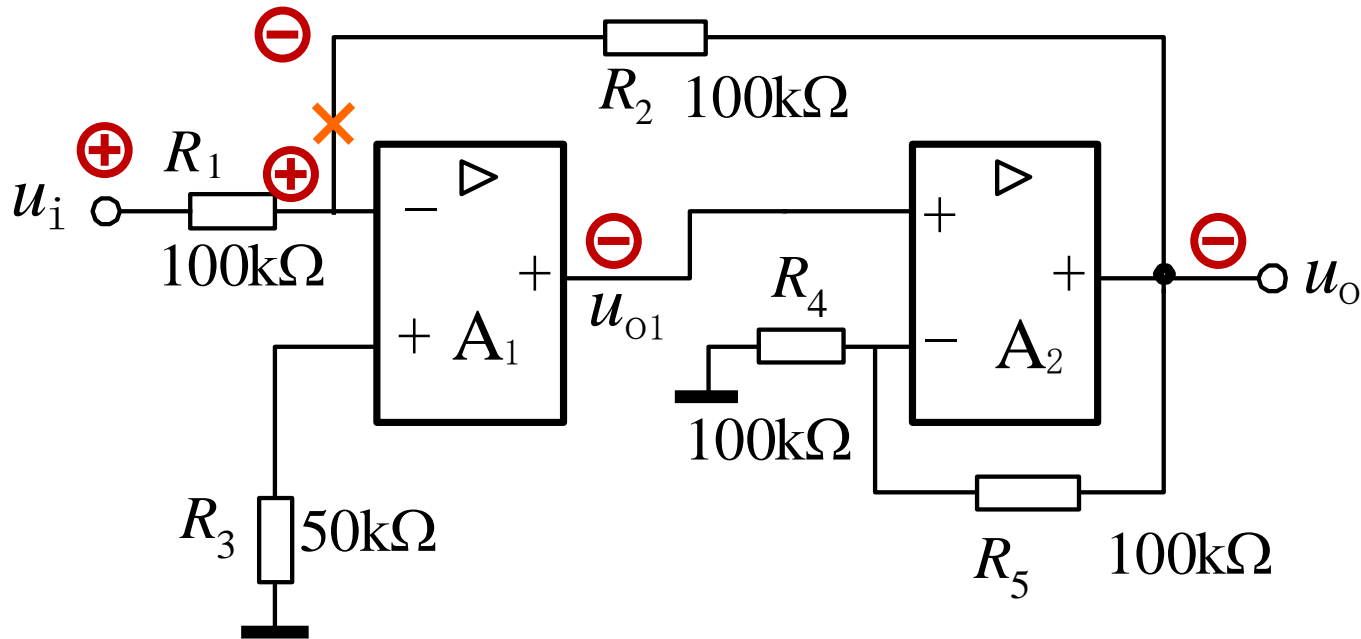


负反馈类型判断小结

- 确定反馈网络（常为电阻网络）
- 判断是交流反馈还是直流反馈？
注意电容的影响！
- 判断反馈性质：正、负反馈
方法：瞬时极性法
- 判断负反馈的组态
输入端：并联、串联
输出端：电压、电流



判断下列电路中的反馈是正反馈还是负反馈？并进一步判断电路中的反馈是交流反馈还是直流反馈？如果是交流负反馈，请进一步指明反馈的组态



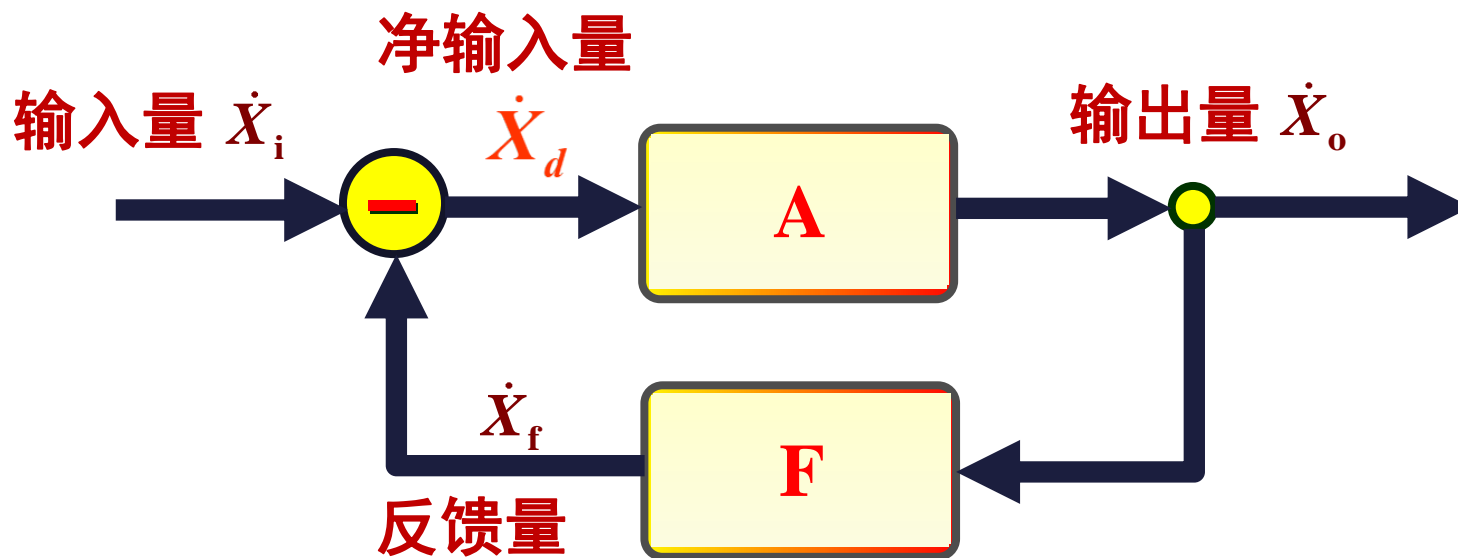
净输入量减小→ 负反馈
没有电容→ 交直流反馈

电压并联负反馈

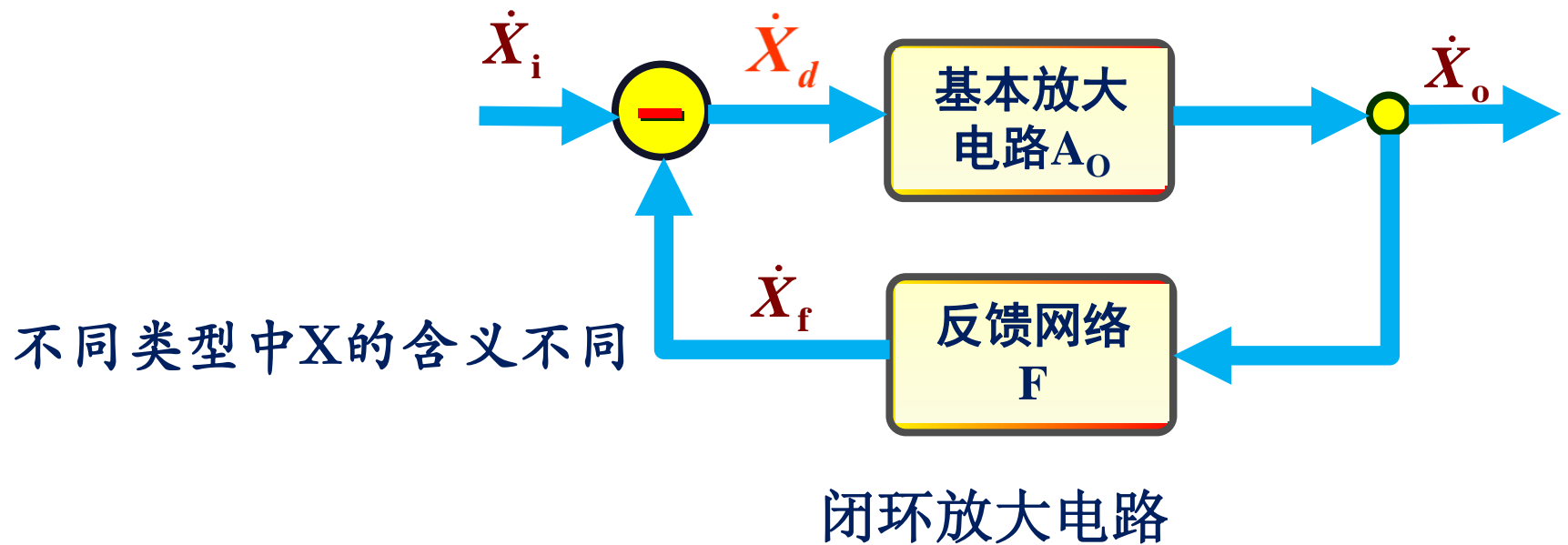


负反馈放大电路的一般表达式

不同类型中X的含义不同



负反馈放大电路的方块图



开环放大倍数 $A_o = \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_d}$

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

净输入信号 $\dot{X}_d = \dot{X}_i - \dot{X}_f$

$$\begin{aligned}
 A_f &= \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i} = \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_d + \dot{X}_f} \\
 &= \frac{A_o \dot{X}_d}{\dot{X}_d + A_o F \dot{X}_d} \\
 &= \frac{A_o}{1 + A_o F}
 \end{aligned}$$



负反馈对放大电路的影响

负反馈放大电路
的一般表达式

$$A_f = \frac{A_o}{1 + A_o F}$$

1.对放大倍数的影响

负反馈电路中， \dot{X}_f 和 \dot{X}_d 同相，故 $|A_o F| > 0$

$$|A_f| < |A_o| \quad \text{负反馈使放大倍数下降}$$

2.对放大倍数稳定性的影响

$$\frac{dA_f}{A_f} = \frac{dA_o}{A_o} \cdot \frac{1}{1 + A_o F}$$

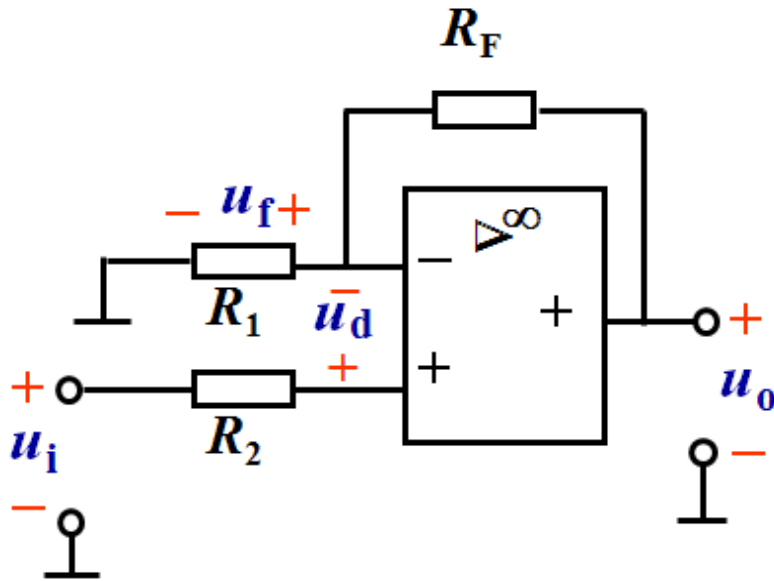
引入负反馈使电路的稳定性提高



例：设集成运放的开环差模电压放大倍数 $A = 10^5$ ， $R_1=2\text{k}\Omega$ ， $R_F=18\text{k}\Omega$

1) 试估算反馈系数 F

$$F = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_F}$$
$$= \frac{2}{2 + 18} = 0.1$$



2) 试估算放大电路的闭环电压放大倍数 A_f

$$A_f = \frac{A}{1 + AF} \approx \frac{10^5}{10^4} = 10$$

引入负反馈后放大倍数下降



反馈深度

负反馈放大电路
的一般表达式

$$A_f = \frac{A_o}{1 + A_o F}$$

反馈深度

反馈深度越大，反馈越强， A_f 越小

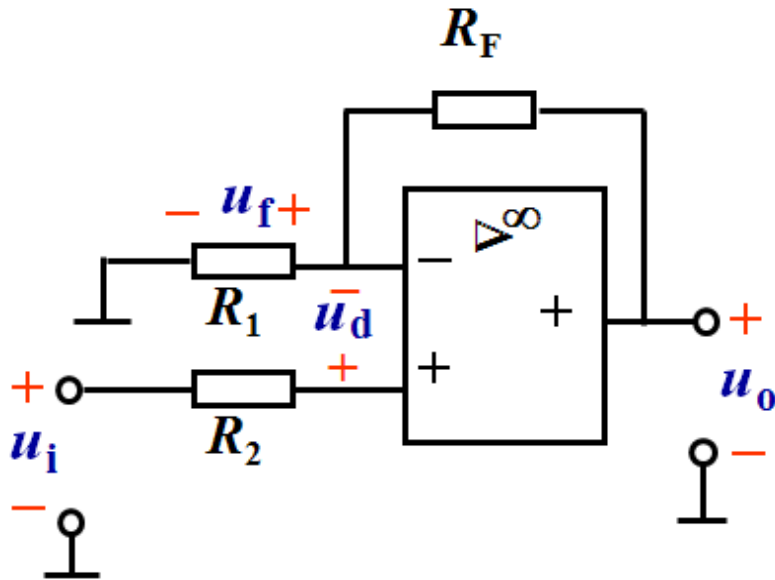
$A_o F \gg 1$ 称为深度负反馈，此时 $A_f \approx \frac{1}{F}$

✓ 在深度负反馈情况下，电路的放大倍数只与反馈网络的反馈系数有关！

运算电路开环放大倍数趋于无穷大，
一般都满足深度负反馈的条件



同相比例电路



运算电路开环放大倍数趋于无穷大，
一般都满足深度负反馈的条件

反馈系数：

$$\dot{F} = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_F}$$

闭环电压放大倍数 \dot{A}_f

$$\begin{aligned}\dot{A}_f &\approx \frac{1}{\dot{F}} = \frac{R_1 + R_F}{R_1} \\ &= 1 + \frac{R_F}{R_1}\end{aligned}$$

3. 对放大电路输入和输出电阻的影响

串联负反馈增大输入电阻，并联负反馈减小输入电阻
电压负反馈减小输出电阻，电流负反馈增大输出电阻

四种负反馈对 r_i 和 r_o 的影响

	电压串联	电流串联	电压并联	电流并联
r_i	增高	增高	减低	减低
r_o	减低	增高	减低	增高

4. 引入负反馈可以改善波形的失真

5. 引入负反馈可以扩展放大电路的通频带

为了稳定输出电压，应该在电路中引入何种类型的反馈？

- ☒ A 电压负反馈
- ☐ B 电流负反馈
- ☐ C 串联负反馈
- ☐ D 并联负反馈

提交

为了提高输入电阻，应该在电路中引入何种类型的反馈？

- ☐ A 电压负反馈
- ☐ B 电流负反馈
- ☒ C 串联负反馈
- ☐ D 并联负反馈

提交

为了减小输出电阻，应该在电路中引入何种类型的反馈？

- ☒ A 电压负反馈
- ☐ B 电流负反馈
- ☐ C 串联负反馈
- ☐ D 并联负反馈

提交