

Approximate Calculation Based Deep Negative Feedback

深度负反馈条件下的近似计算

第8章 反馈放大电路

第4节 深度负反馈条件下的近似计算

内容

深度负
反馈的
特点

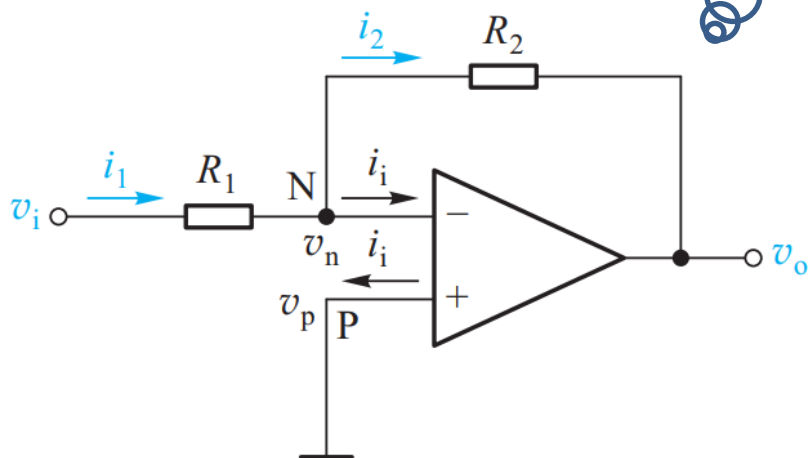
01

闭环增
益的近
似计算

02

换个角度
思考

电压增益: $A_v = -\frac{R_2}{R_1}$



反相比例运算电路



增益表达式如何得到的？

虚短
虚断

运放开环增益
无穷大

输入电阻
无穷大

深度负反馈的特点

$$\text{由于 } |1 + \dot{A}\dot{F}| \gg 1 \quad \text{则} \quad \dot{A}_f = \frac{\dot{A}}{1 + \dot{A}\dot{F}} \approx \frac{\dot{A}}{\dot{A}\dot{F}} = \frac{1}{\dot{F}}$$

即深度负反馈条件下，闭环增益只与反馈网络有关

$$\dot{A}_f \approx \frac{1}{\dot{F}} = \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_f} \quad \text{且} \quad \dot{A}_f = \frac{1}{\dot{F}} = \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i}$$

得 $\dot{X}_f \approx \dot{X}_i$ 输入量近似等于反馈量

➡ $\dot{X}_{id} = \dot{X}_i - \dot{X}_f \approx 0 \quad (x_{id} \approx 0)$ 净输入量近似等于零

一、深度负反馈的特点

深度负反馈条件下

$$x_{id} = x_i - x_f \approx 0$$

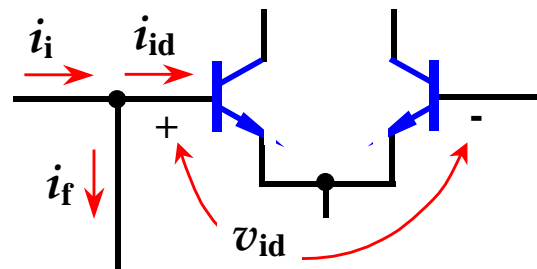
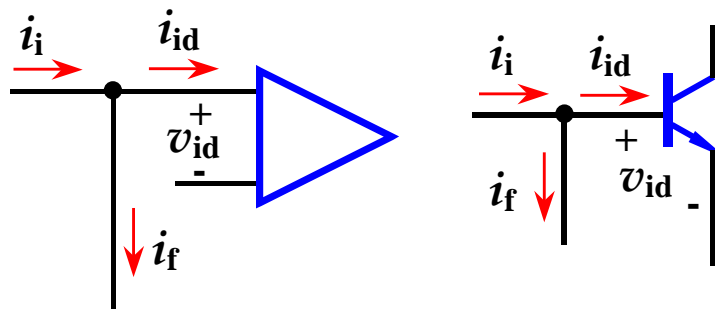
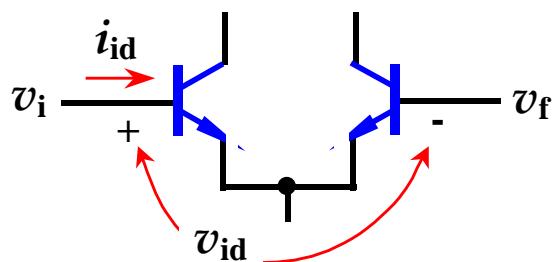
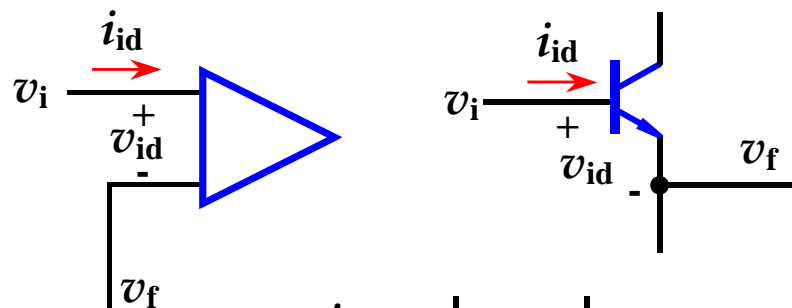
串联负反馈，输入端电压求和

$$\begin{cases} v_{id} = v_i - v_f \approx 0 & \text{虚短} \\ i_{id} = \frac{v_{id}}{r_i} \approx 0 & \text{虚断} \end{cases}$$

并联负反馈，输入端电流求和

$$\begin{cases} i_{id} = i_i - i_f \approx 0 & \text{虚断} \\ v_{id} = i_{id} r_i \approx 0 & \text{虚短} \end{cases}$$

➤ 深度负反馈引出的虚短和虚断，不再限于集成运放中应用



内容

深度负
反馈的
特点

01

闭环增
益的近
似计算

02

分析负反馈放大电路的一般步骤：

找出信号放大通路和反馈通路



判断交、直流反馈



用瞬时极性法判断正、负反馈



估算深度负反馈条件下放大电路
 F 、 A_f 、 A_{vf}



标出输入量、输出量及反馈量



若为交流负反馈判断反馈的组态

牢记：（1）虚短虚断；

（2） $A_f \approx 1/F$

$$A_f \approx \frac{1}{F} = \frac{x_o}{x_f}$$

举例

设电路满足深度负反馈条件，试写出该电路的闭环增益表达式。

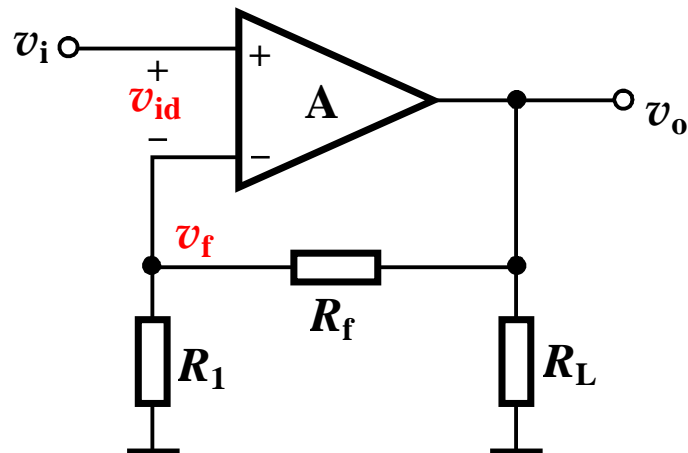
解：电压串联负反馈

根据虚短、虚断

反馈系数 $F_v = \frac{v_f}{v_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_f}$

闭环增益
(就是闭环电压增益)

$$A_{vf} = \frac{v_o}{v_i} \approx \frac{1}{F_v} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$



实际上该电路就是第2章介绍的同相比例放大电路，此处结果与第2章所得结果相同

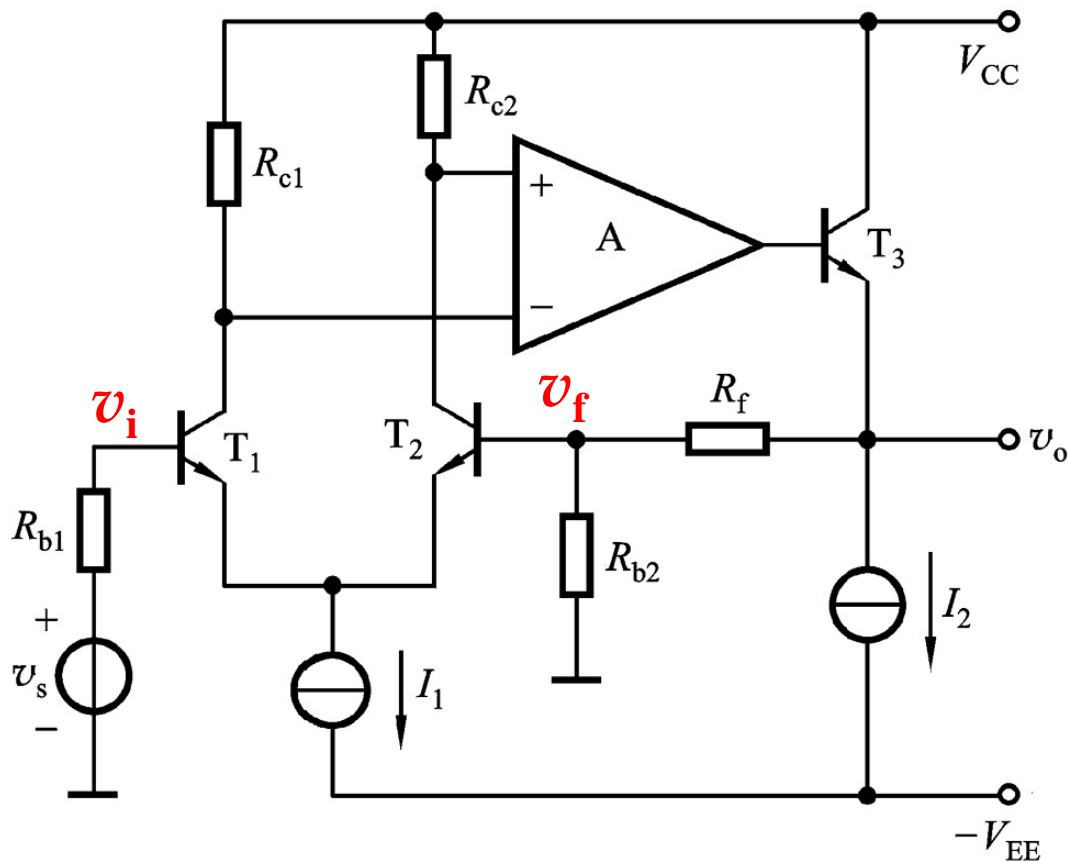
举例

设电路满足深度负反馈条件，试写出该电路的闭环增益表达式。

解：电压串联负反馈
根据虚短、虚断

$$\begin{cases} v_f = v_i \\ v_f = \frac{R_{b2}}{R_{b2} + R_f} v_o \end{cases}$$

$$\text{闭环电压增益 } A_{vf} = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_f}{R_{b2}}$$



举例

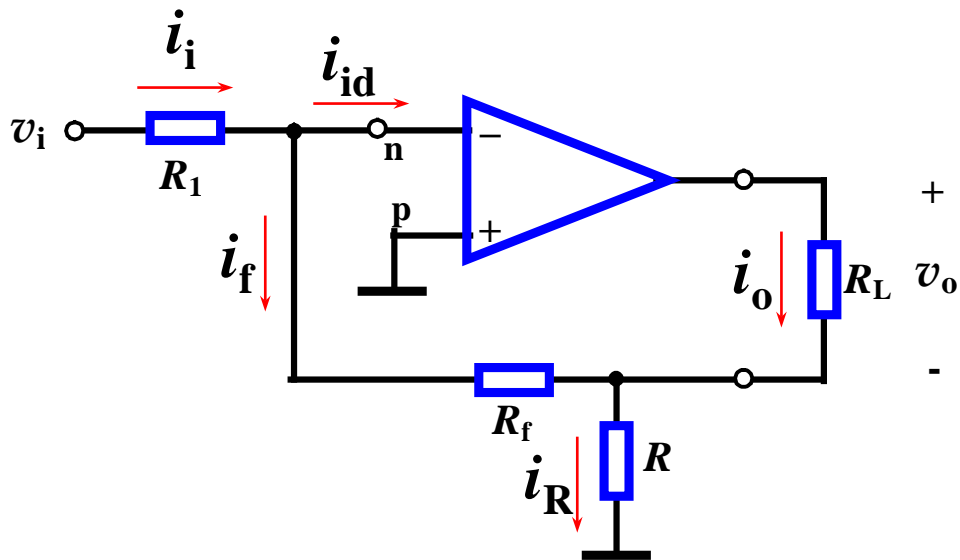
设电路满足深度负反馈条件，
试写出该电路的闭环增益和闭环
电压增益表达式。

解： 电流并联负反馈
根据虚短、虚断

$$\begin{cases} i_f = i_i \\ i_R = i_f + i_o \\ i_f R_f + i_R R = 0 \end{cases}$$

又因为 $v_n = v_p = 0$ $v_i = i_i R_1$ $v_o = i_o R_L$

所以闭环电压增益 $A_{vf} = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_o R_L}{i_i R_1} = -(1 + \frac{R_f}{R}) \frac{R_L}{R_1}$



闭环增益 $A_{if} = \frac{i_o}{i_i} = -(1 + \frac{R_f}{R})$

注意：若 i_o 参考方向不同，将影响闭环增益的结果

例8.4.5 (3) 求该电路闭环增益的近似表达式。

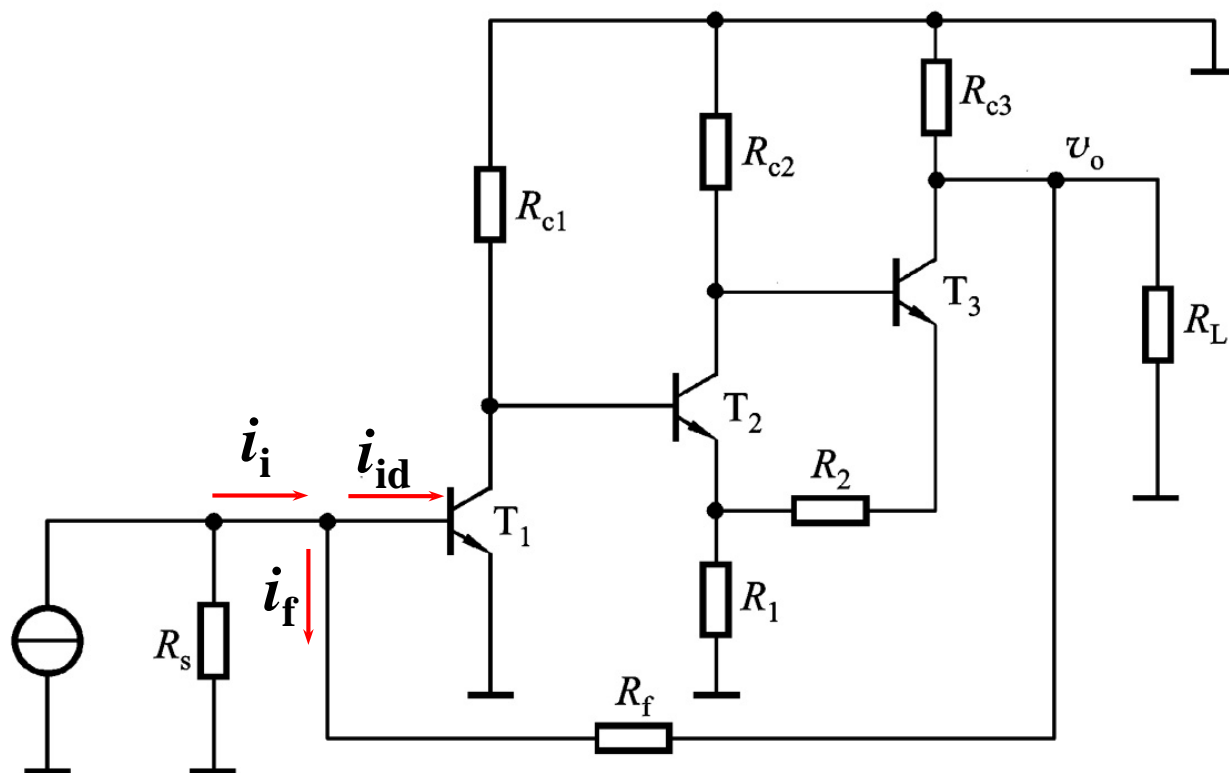
解：(3) 电压并联负反馈

根据虚短、虚断

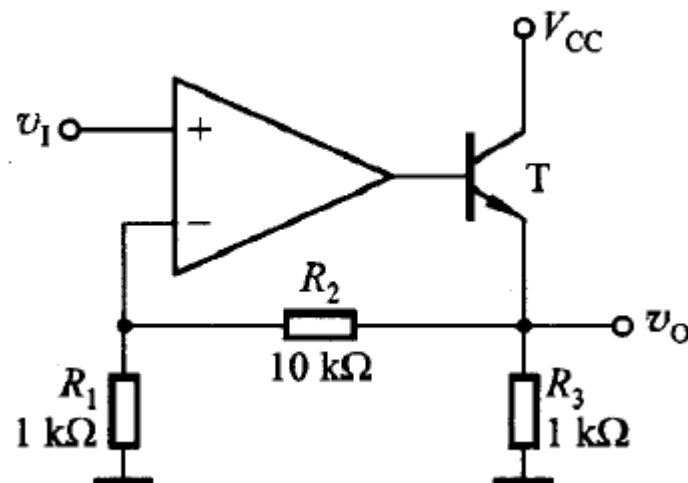
$$\begin{cases} i_f = i_i \\ v_o = -i_f R_f \end{cases}$$

闭环增益

$$A_{rf} = \frac{v_o}{i_i} = -R_f$$



反馈系数 $F=?$ 闭环电压增益
 $A_{vf}=?$



- A $F=R_1/R_2$ $A_{vf}=R_2/R_1$
- B $F=R_2/R_1$ $A_{vf}=R_1/R_2$
- C $F=R_1/(R_2 + R_1)$ $A_{vf}=(R_2+R_1)/R_1$**
- D $F=R_3/R_2$ $A_{vf}=R_2/R_3$

作业

388页

8.1.2 (c)(f), 并说明反馈网络对 R_i 及 R_o 的影响

8.3.6 (1) (4) 画图, 并用瞬时极性法判断正负反馈

8.4.1 假设该电路为深度负反馈