

电工技术与电子技术



加法运算电路

主讲教师：王香婷 教授



加法运算电路

主讲教师：王香婷 教授





加法运算电路

主要内容:

反相加法运算电路; 同相加法运算电路。

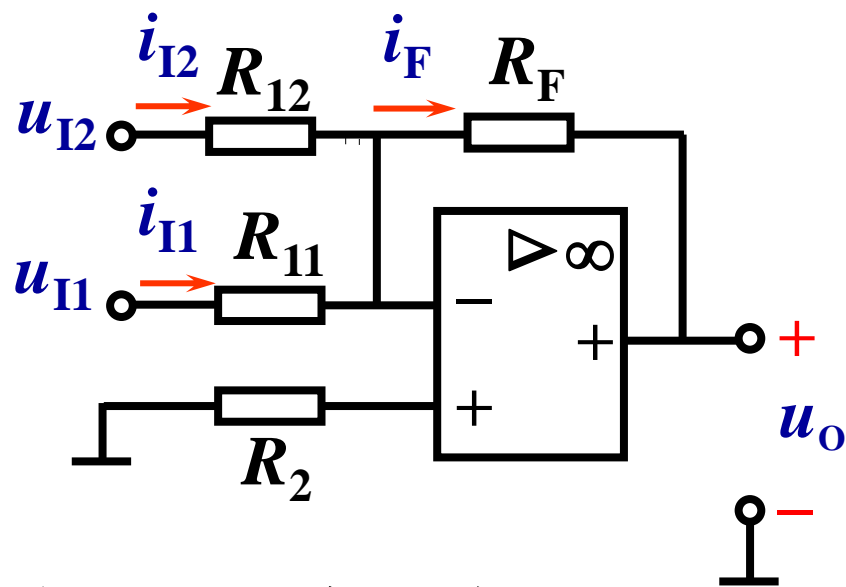
重点难点:

加法运算电路输入、输出电压关系。



加法运算电路

1. 电路组成



当 $R_1 = R_F$ 时，则

$$u_o = -(u_{I1} + u_{I2})$$

平衡电阻： $R_2 = R_{11} // R_{12} // R_F$

2. 分析：因虚断， $i_- = 0$ 则： $i_{I1} + i_{I2} = i_F$

$$\frac{u_{I1} - u_-}{R_{11}} + \frac{u_{I2} - u_-}{R_{12}} = \frac{u_- - u_o}{R_F}$$

因虚短， $u_- \approx u_+ = 0$

故得：
$$\frac{u_{I1}}{R_{11}} + \frac{u_{I2}}{R_{12}} = -\frac{u_o}{R_F}$$

$$u_o = -\left(\frac{R_F}{R_{11}} u_{I1} + \frac{R_F}{R_{12}} u_{I2}\right)$$

当 $R_{11} = R_{12} = R_1$ ，则上式为

$$u_o = -\frac{R_F}{R_1} (u_{I1} + u_{I2})$$

2. 同相加法运算电路

方法一: $u_o = (1 + \frac{R_F}{R_1})u_+$



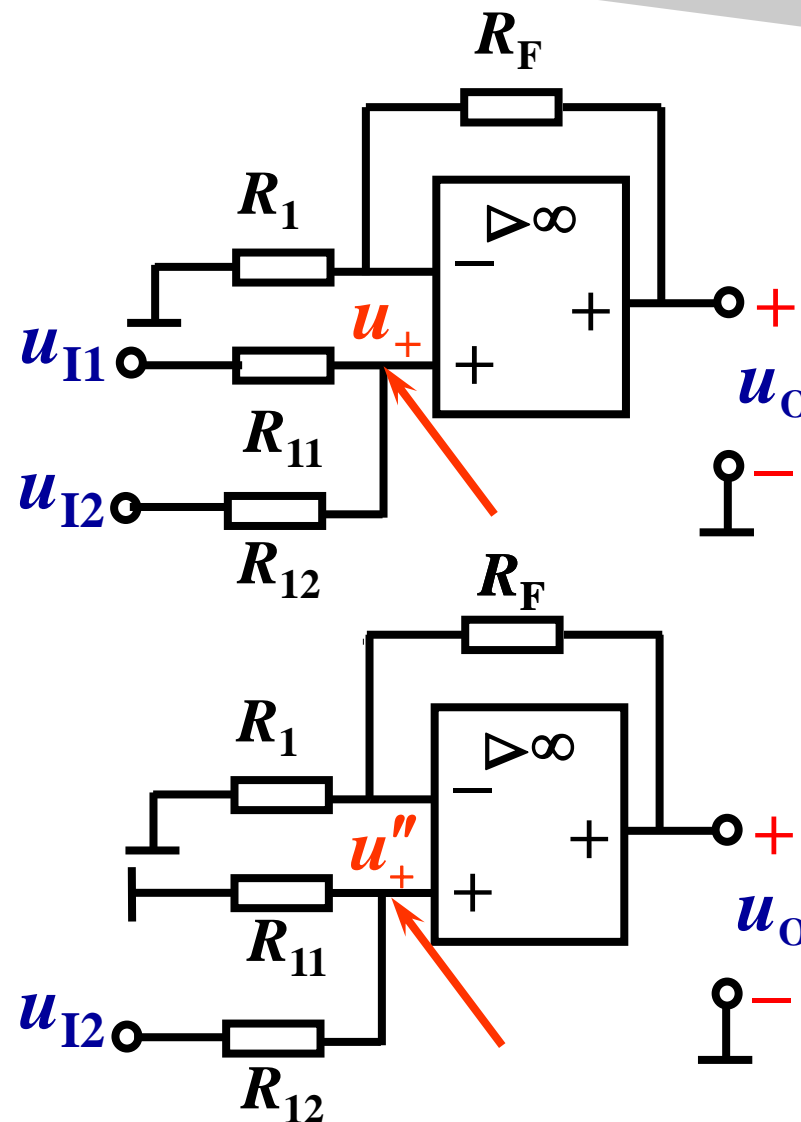
$u_+ = ?$

$$u'_+ = \frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1} \quad u''_+ = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{I2}$$

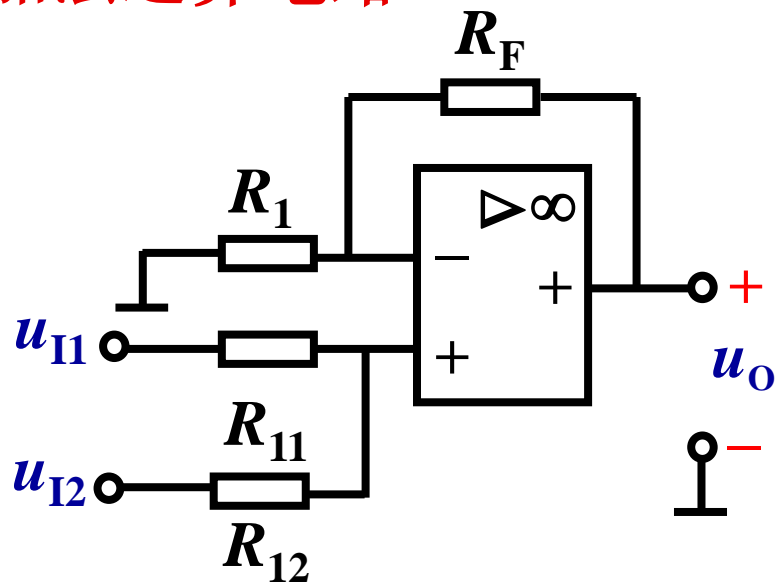
$$u_+ = \frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{I2}$$

$$u_o = (1 + \frac{R_F}{R_1}) (\frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{I2})$$

平衡电阻: $R_{11} // R_{12} = R_1 // R_F$



2. 同相加法运算电路



$$u_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \left(\frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{i1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{i2} \right)$$

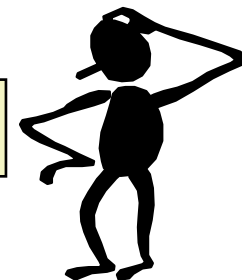
也可写出 u_- 和 u_+ 的表达式，利用 $u_- = u_+$ 的性质求解。

方法二：根据叠加原理

u_{I1} 单独作用 ($u_{I2} = 0$) 时

$$u'_+ = \frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1}$$

$$u'_+ = ?$$



$$\begin{aligned} u'_o &= \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) u'_+ \\ &= \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1} \end{aligned}$$

u_{I2} 单独作用时

$$u''_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{I2}$$

反相加法运算电路的特点：

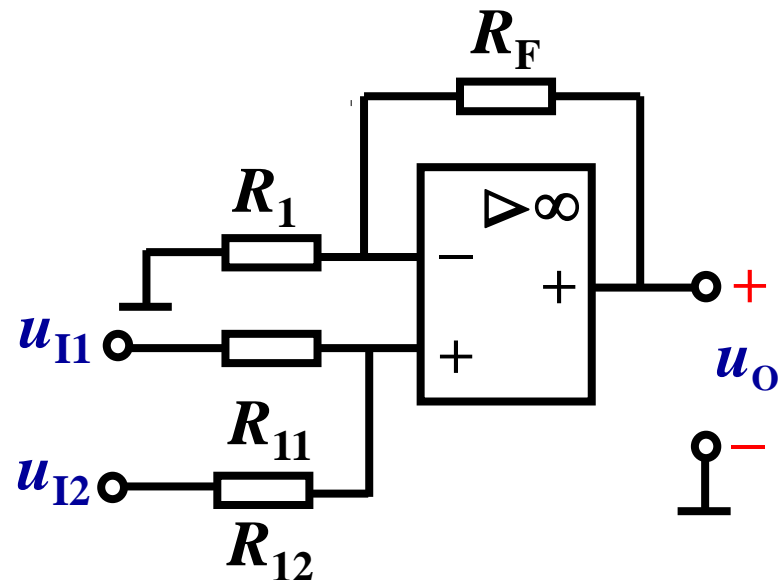
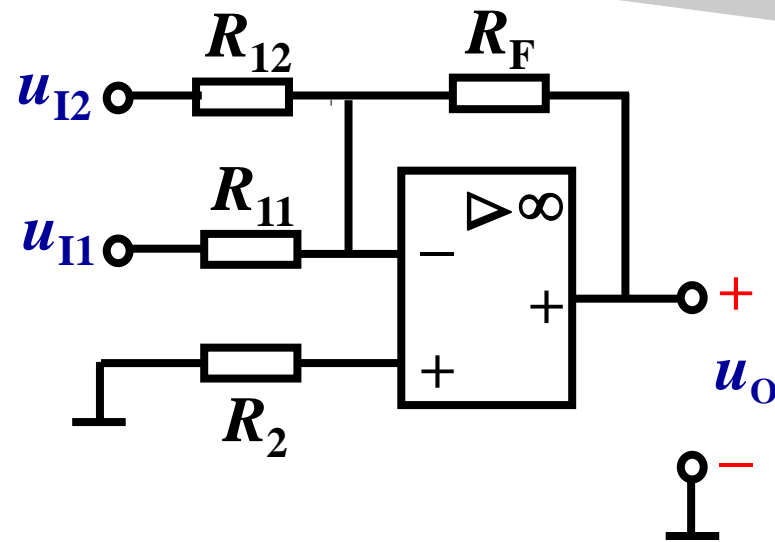
- (1) 输入电阻低，共模电压低；
- (2) 当改变某一路输入电阻时，对其它路无影响。

$$u_o = -\left(\frac{R_F}{R_{11}} u_{I1} + \frac{R_F}{R_{12}} u_{I2}\right)$$

同相加法运算电路的特点：

- (1) 输入电阻高，共模电压高；
- (2) 当改变某一路输入电阻时，对其它路有影响。

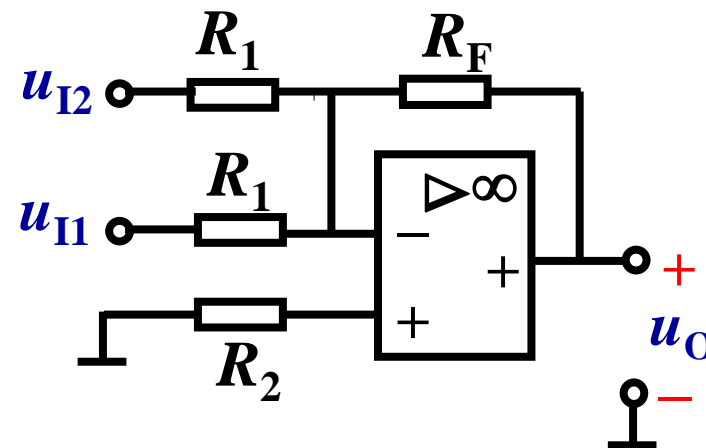
$$u_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \left(\frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} u_{I1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} u_{I2}\right)$$



小结

1. 反相加法运算电路

$$u_o = -\frac{R_F}{R_1}(u_{I1} + u_{I2})$$



2. 同相加法运算电路

$$u_o = (1 + \frac{R_F}{R_1})(\frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}}u_{i1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}}u_{i2})$$

