

8.2 信号检测系统中的放大电路

8.2.1 测量放大器

主要特点 {

- 输入抗阻高
- 共模抑制比高
- 常用于测量直流缓变微弱信号

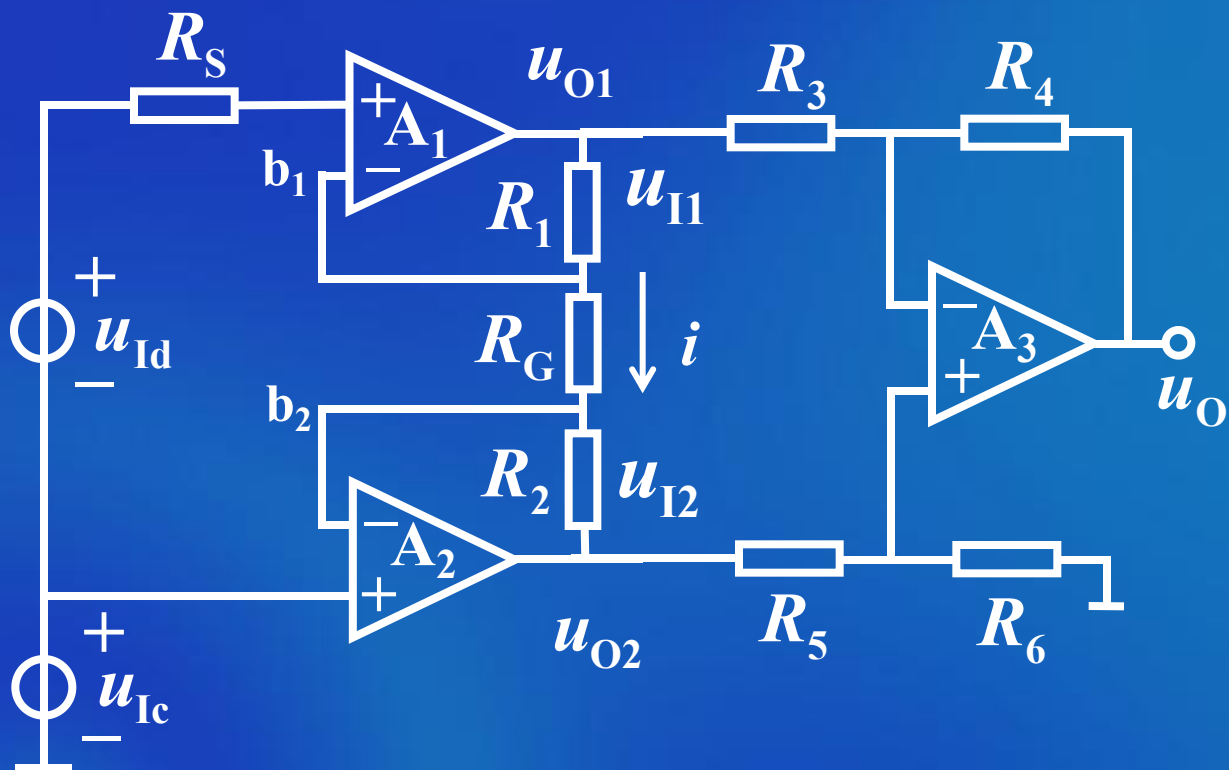
应用：热电偶、应变电桥、流量计、生物电测量等

1. 三运放测量放大器

(1) 基本电路图

共模抑制比高

输入抗阻高



对电路要求：

a. 运放 A_1 、 A_2 的特性一致性

b. 电阻 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 要精密配合 ($R_3=R_5$ 、 $R_4=R_6$)

(2) 电路分析

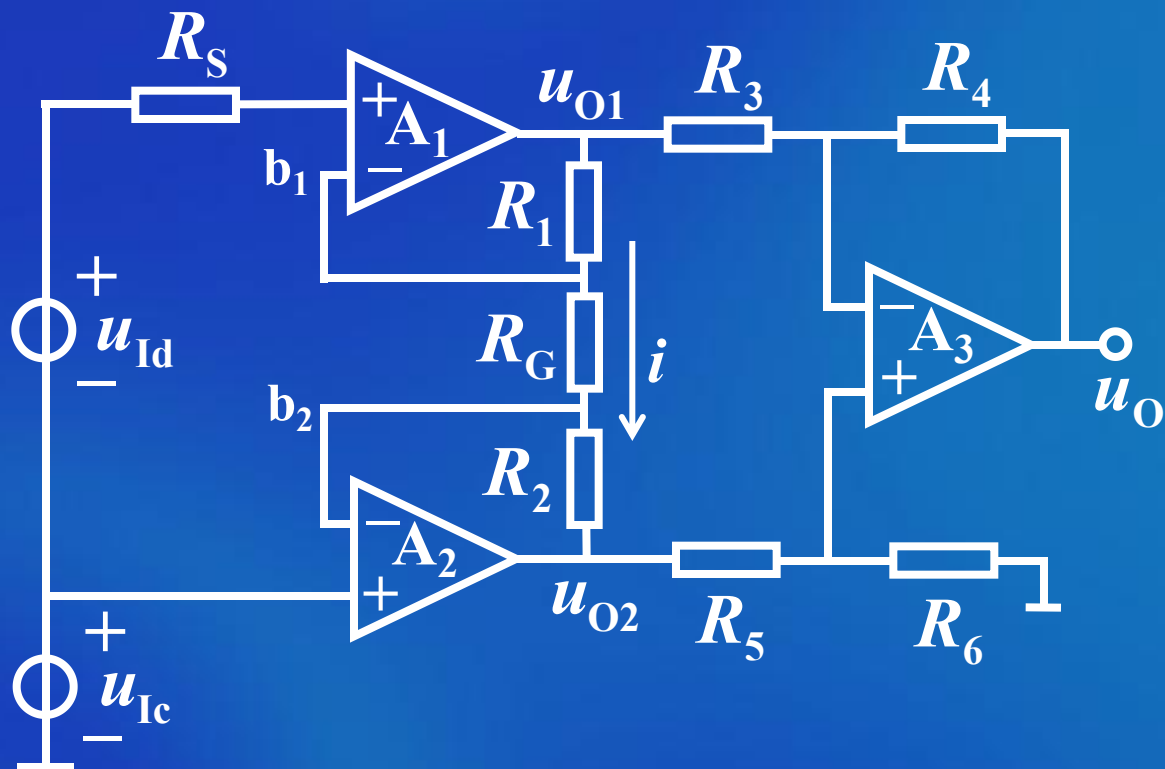
由图可知

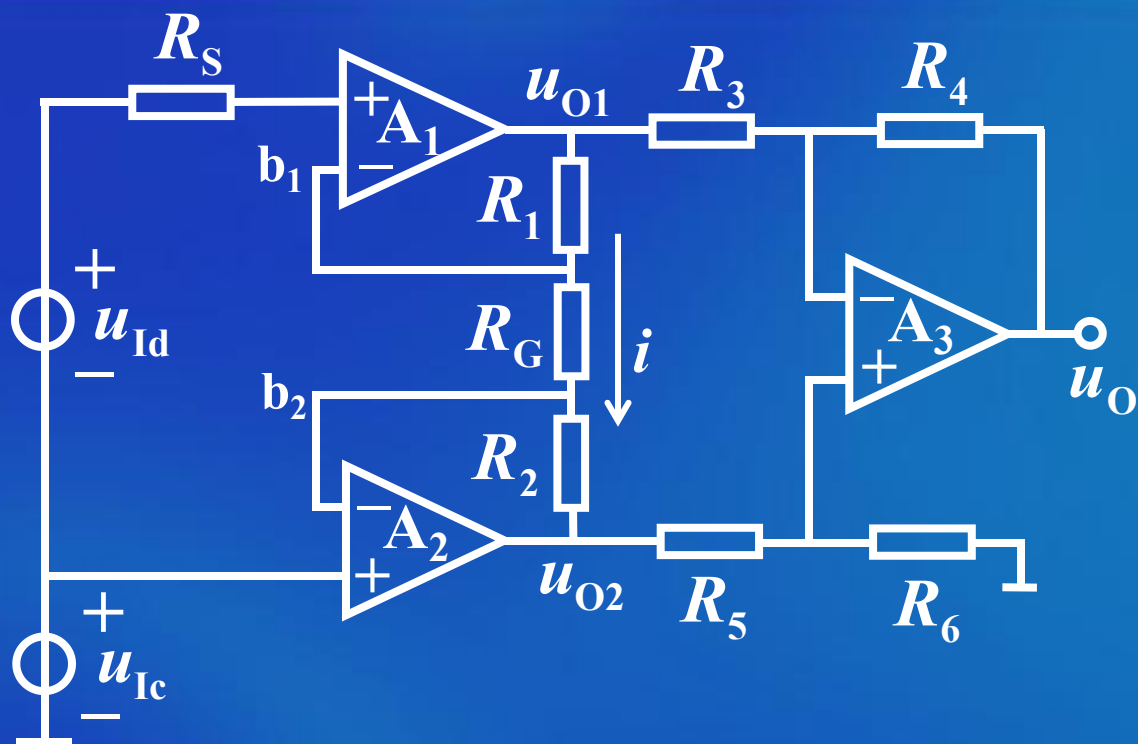
$$u_{b1} = u_{Id} + u_{Ic}$$

$$u_{b2} = u_{Ic}$$

$$i = \frac{u_{b1} - u_{b2}}{R_G} = \frac{u_{O1} - u_{O2}}{R_1 + R_G + R_2}$$

而 $u_{b1} - u_{b2} = u_{Id}$





所以

$$u_{O1} - u_{O2} = \frac{R_1 + R_G + R_2}{R_G} u_{Id}$$

$$u_O = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \times \frac{R_6}{R_5 + R_6} u_{O2} - \frac{R_4}{R_3} u_{O1}$$

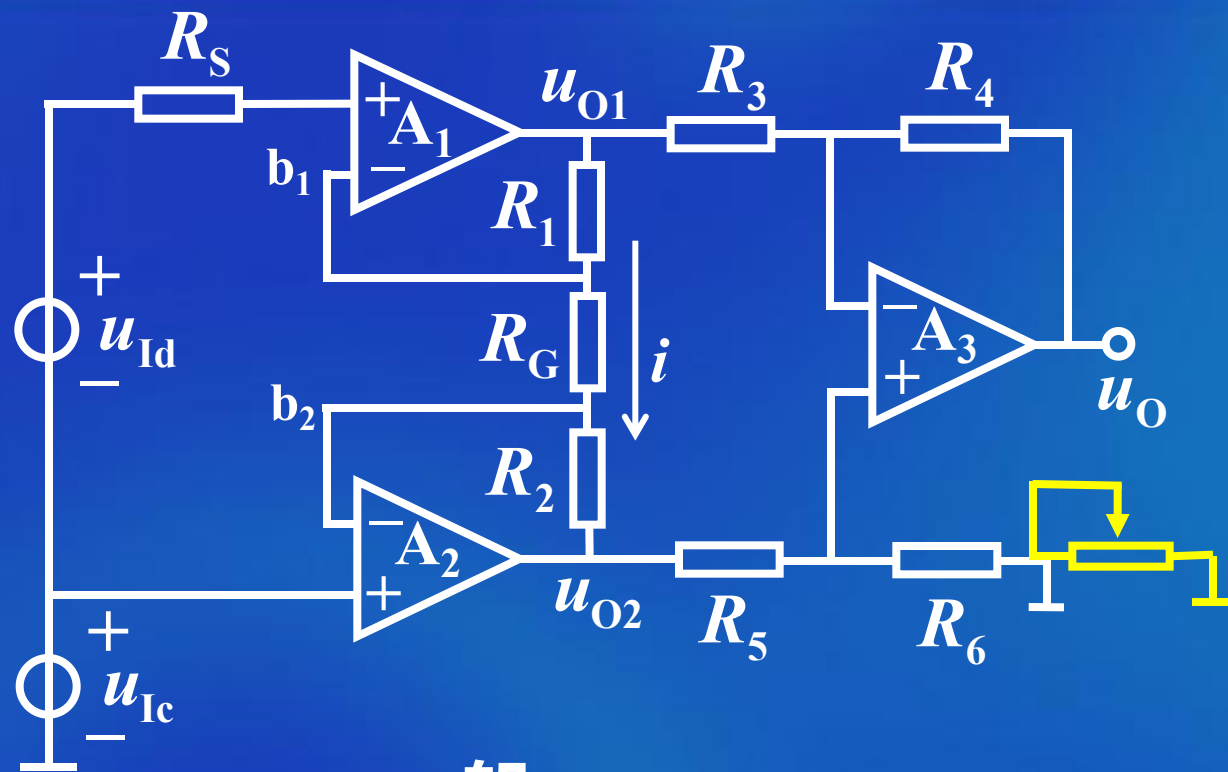
令 $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R$

$$\begin{aligned} u_O &= \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \times \frac{R_6}{R_5 + R_6} u_{O2} - \frac{R_4}{R_3} u_{O1} \\ &= -(u_{O1} - u_{O2}) \\ &= -\left(1 + \frac{R_1 + R_2}{R_G}\right) u_{Id} \end{aligned}$$

输出信号共模信号 u_{Ic} 无关

因此，放大器具有很高的抑制共模信号的能力。

测量放大器：高增益、直接耦合、差动输入、单端输出、高输入阻抗、高共模抑制比的放大电路



一般 $R_1 = R_2 = R$

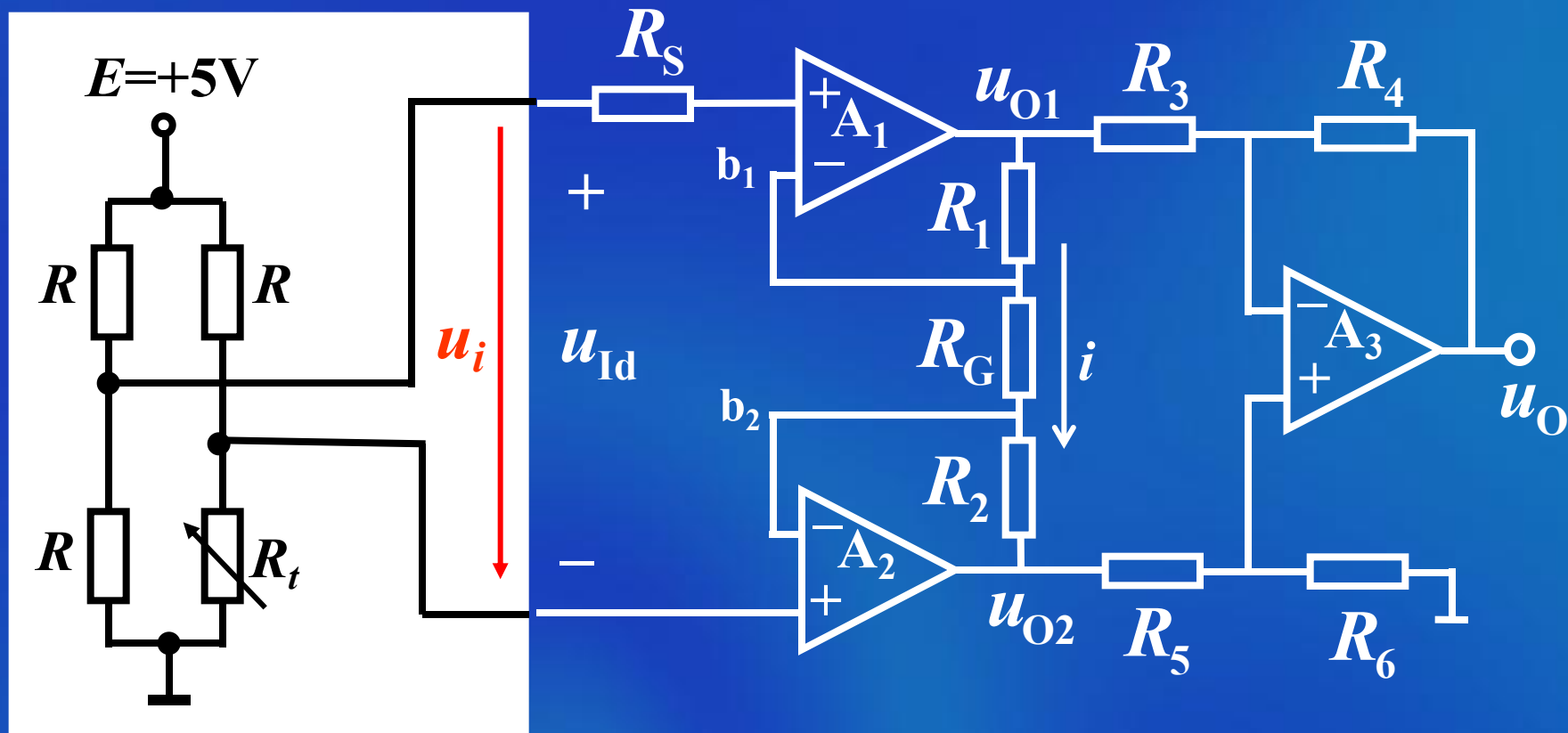
$$u_O = -\left(1 + \frac{R_1 + R_2}{R_G}\right)u_{Id}$$

$$= -\left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)u_{Id}$$

问：1.如何改变增益最方便？ R_G

2.电阻不一致如何调整？

例：由三运放放大器组成的温度测量电路。



R_t : 热敏电阻

集成化:仪表放大器

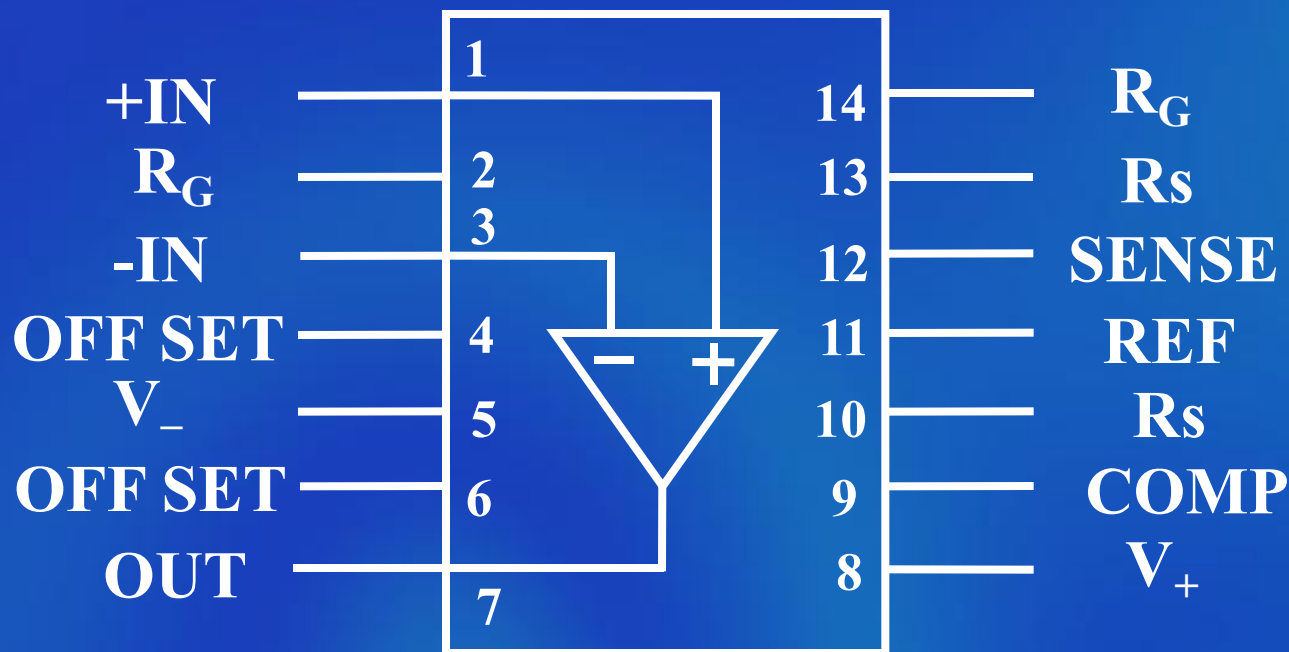
2. 单片集成测量放大器AD521

集成化的三运放测量放大器。

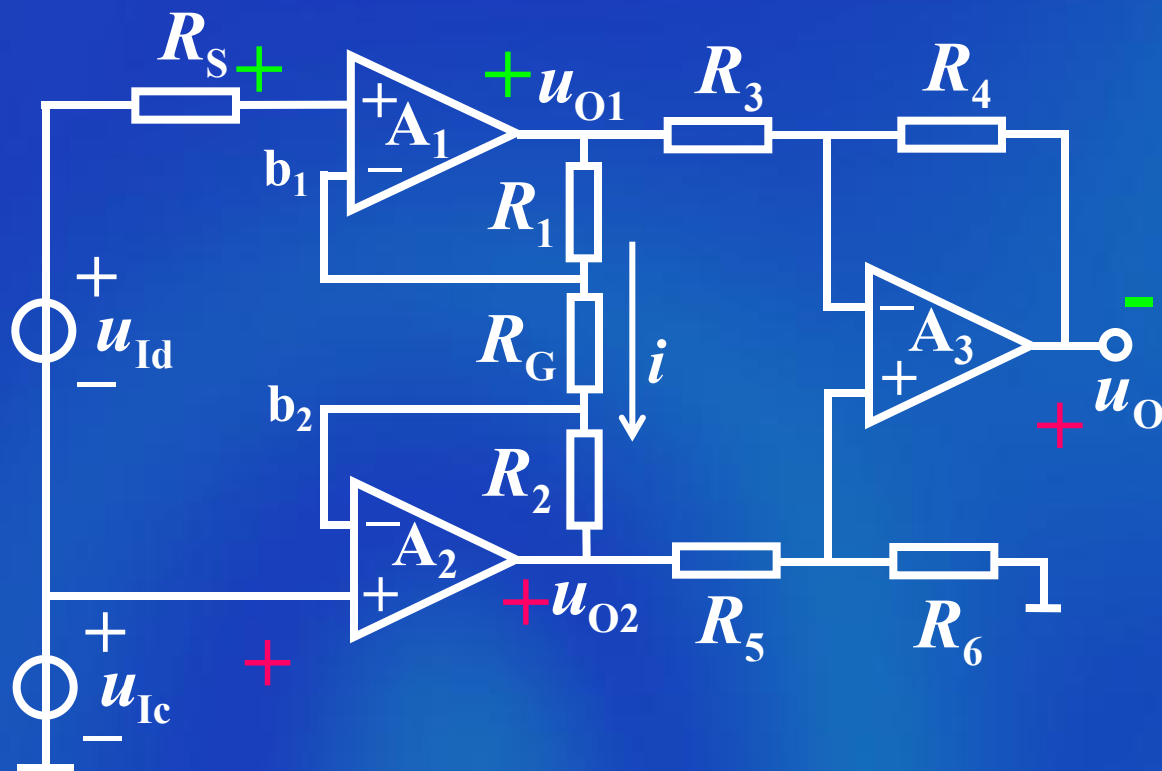
性能指标：

- (1) 共模抑制比120dB
- (2) 输入阻抗 $3 \times 10^9 \Omega$
- (3) 增益带宽大于2MHz
- (4) 电压放大倍数0.1~1000
- (5) 电源电压 $\pm (5 \sim 18)V$
- (6) 过载能力较强，动态特性好

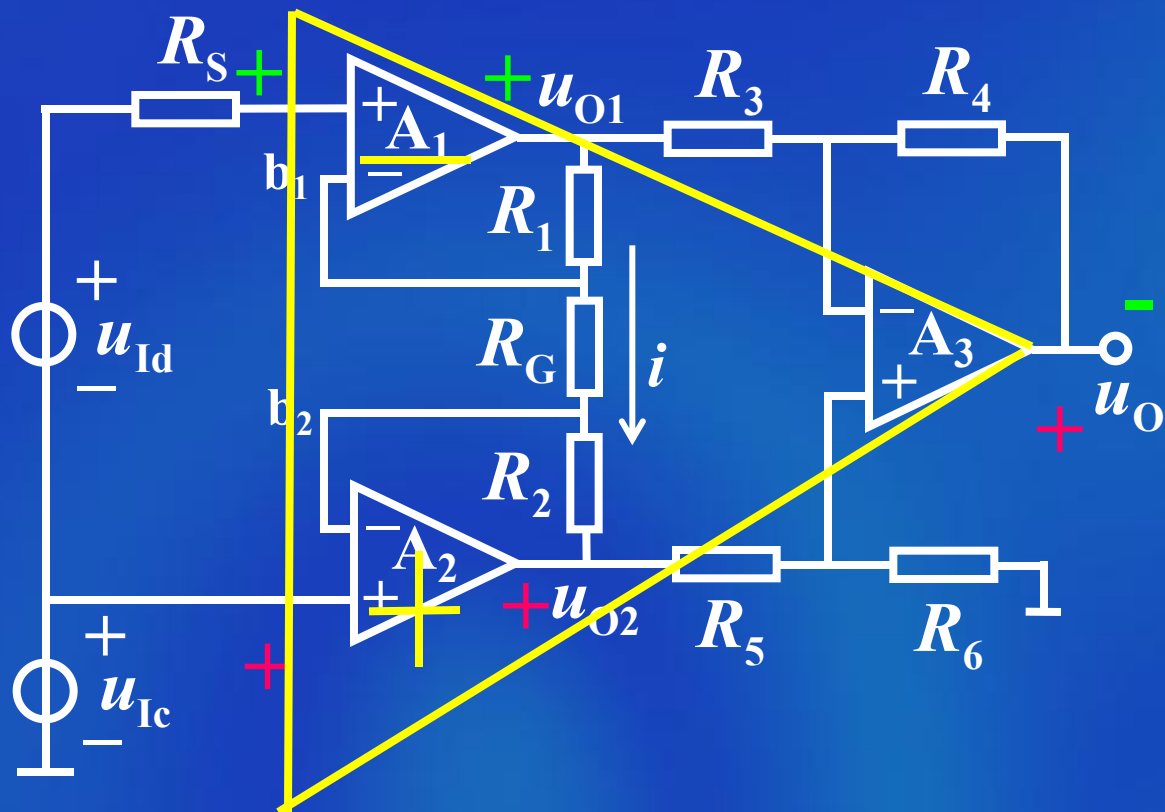
(1) 引脚说明



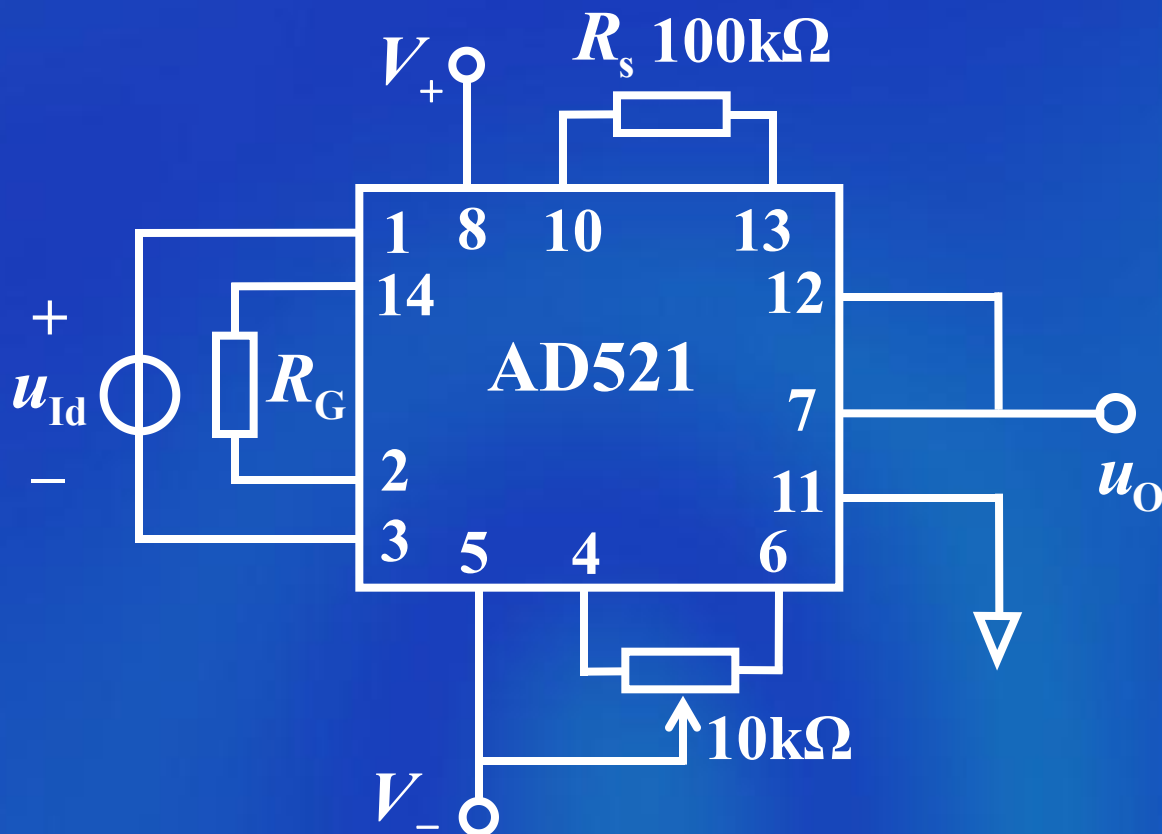
三运放测量放大器



三运放测量放大器



(2) 基本连接方式图



$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{R_s}{R_G}$$

8.2.2 隔离放大器

特点：

输入回路与输出回路之间是**电绝缘**的。

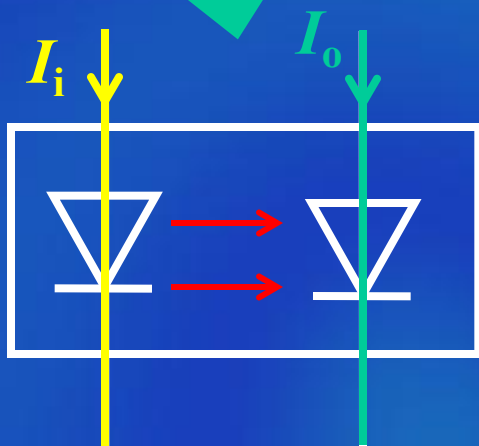
信号传递的主要方式：

- 电磁耦合----经过变压器传递信号
- 光电耦合----光信号为媒介传递信号

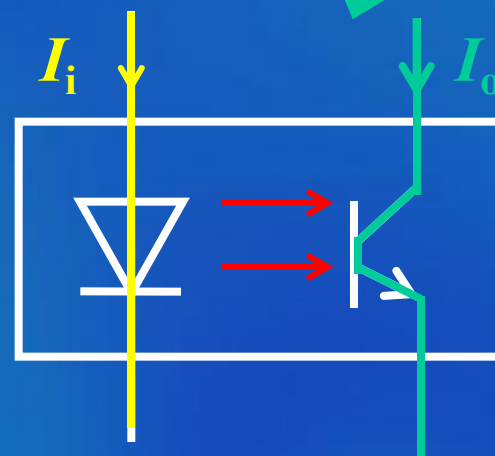
1. 光电耦合隔离放大器

光电耦合器原理图

二极管——二极管型



二极管——三极管型



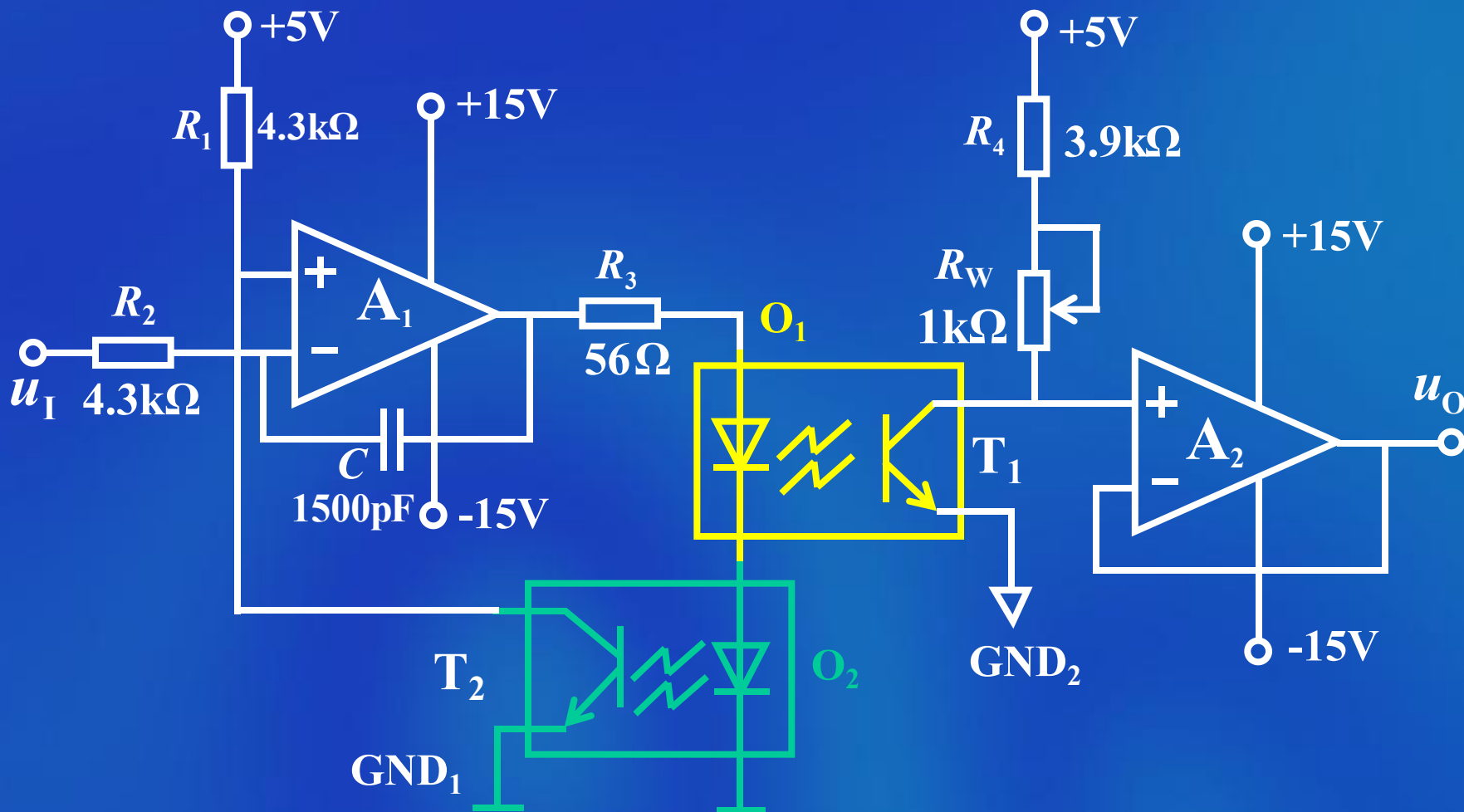
光电耦合器的特点

- a. 耦合器中的发光和光敏元件都是非线性器件。
- b. 非线性器件传输模拟信号将会导致信号失真。

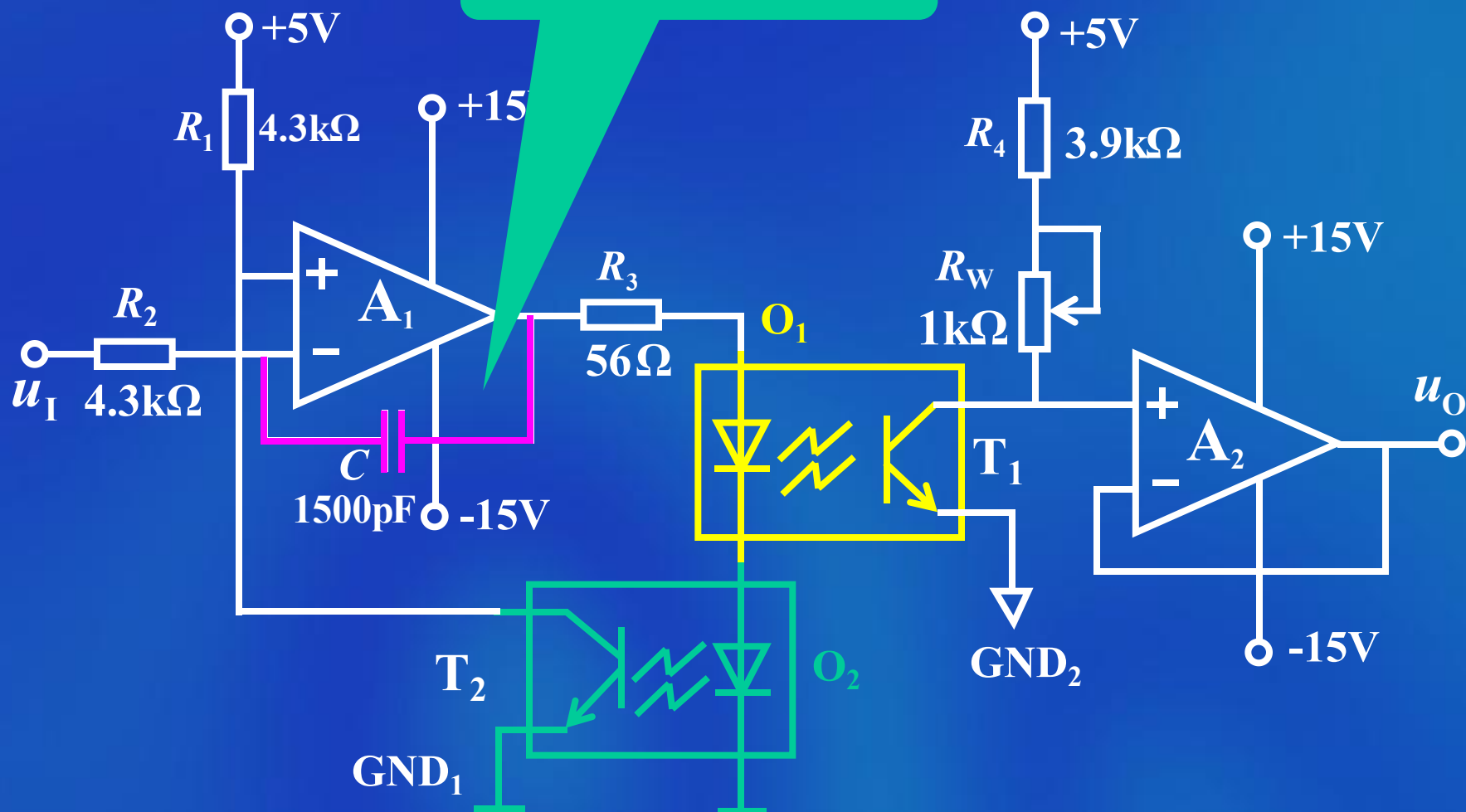
克服非线性失真采取的主要措施

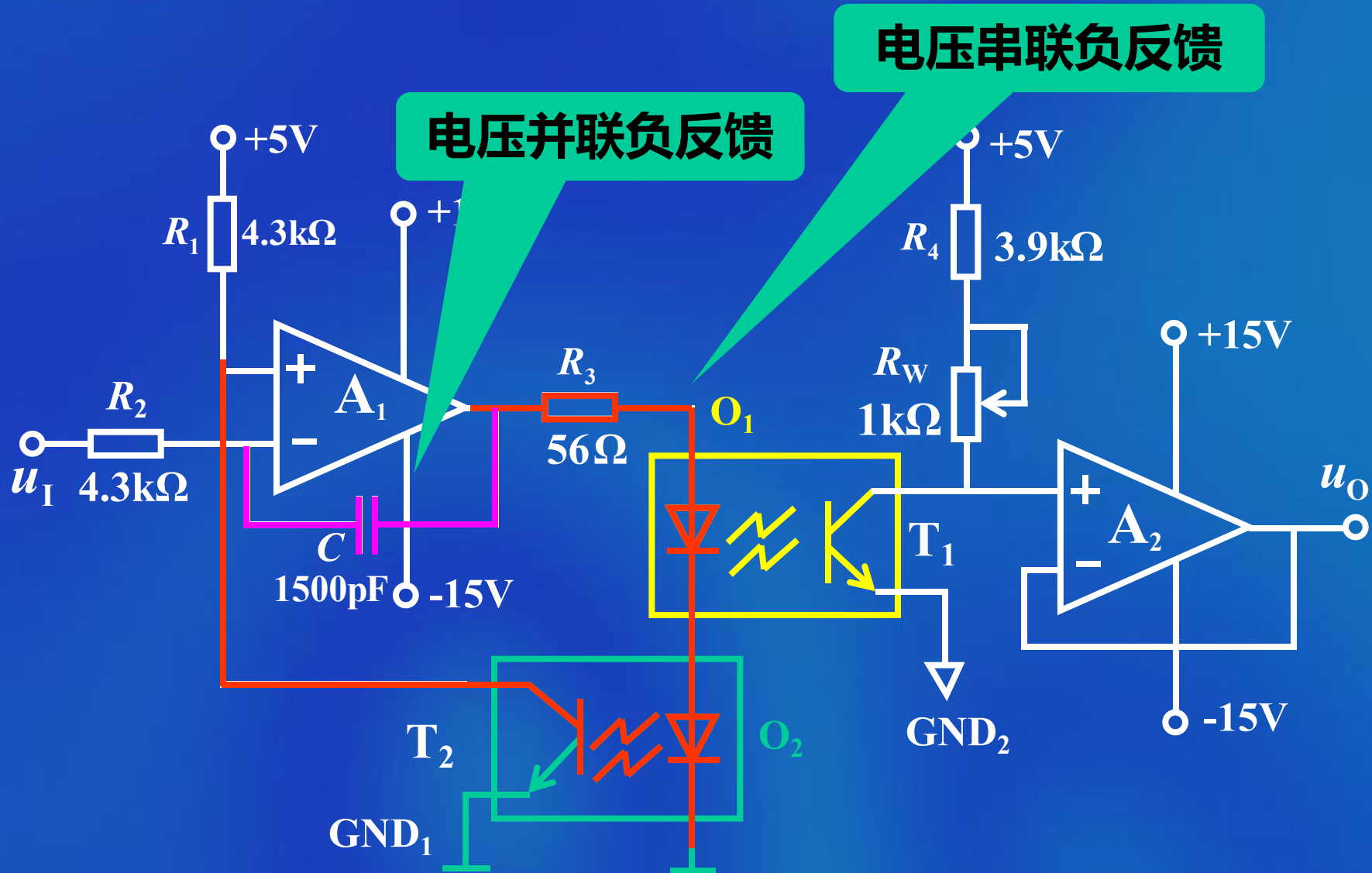
- a. 给非线性器件施加合适的直流偏置，在小范围内线性传输信息。
- b. 采用负反馈技术

一种典型的光电耦合隔离放大器



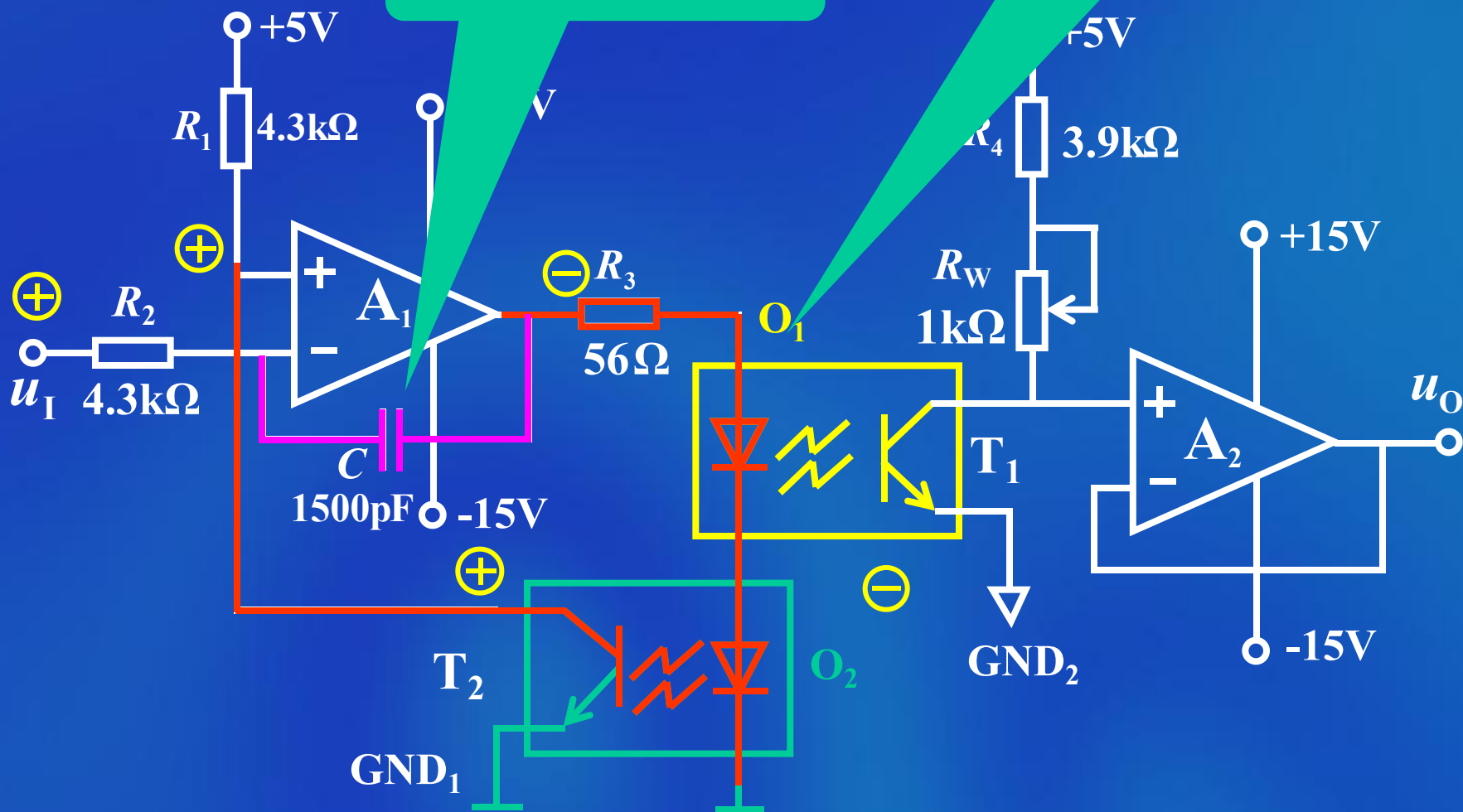
电压并联负反馈



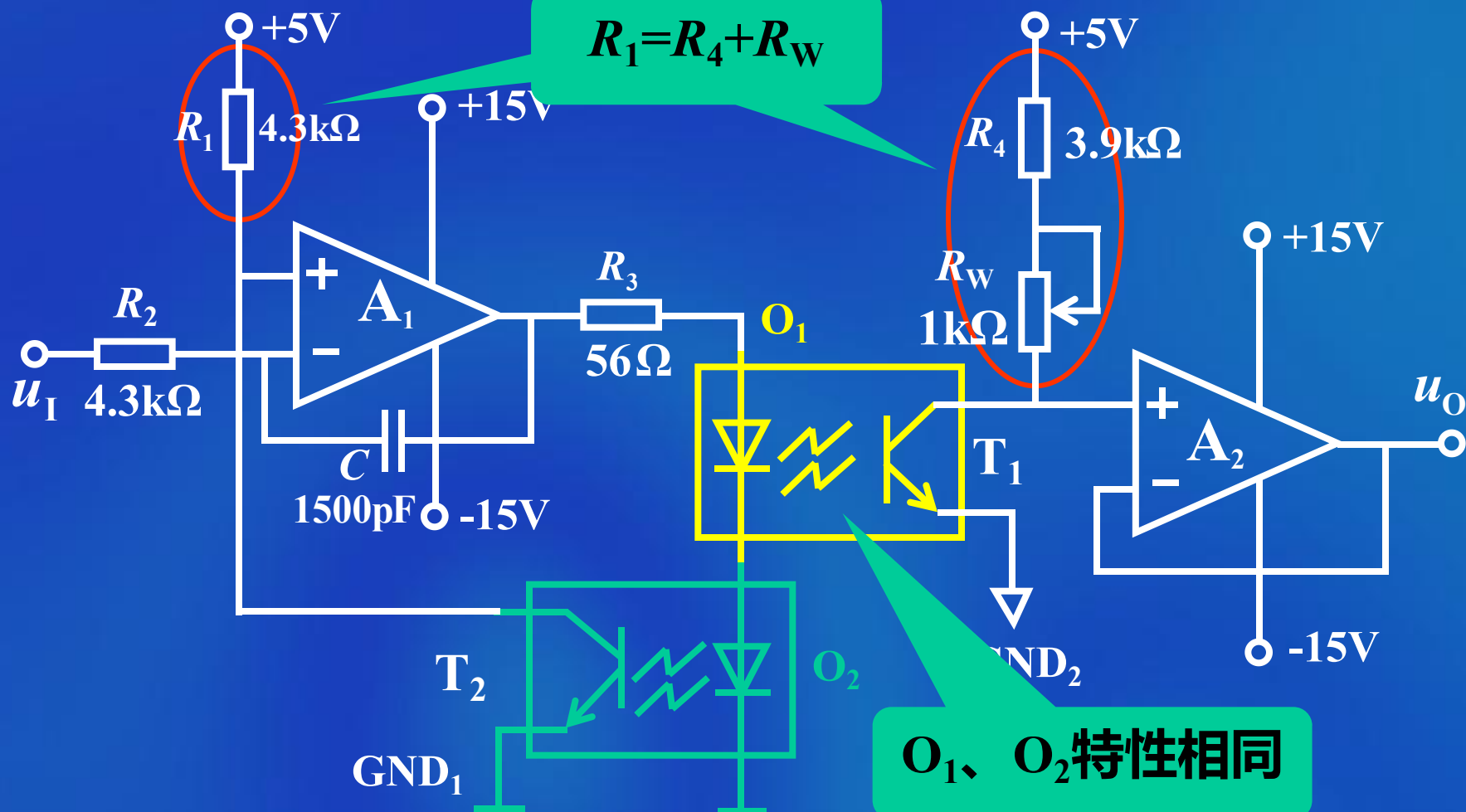


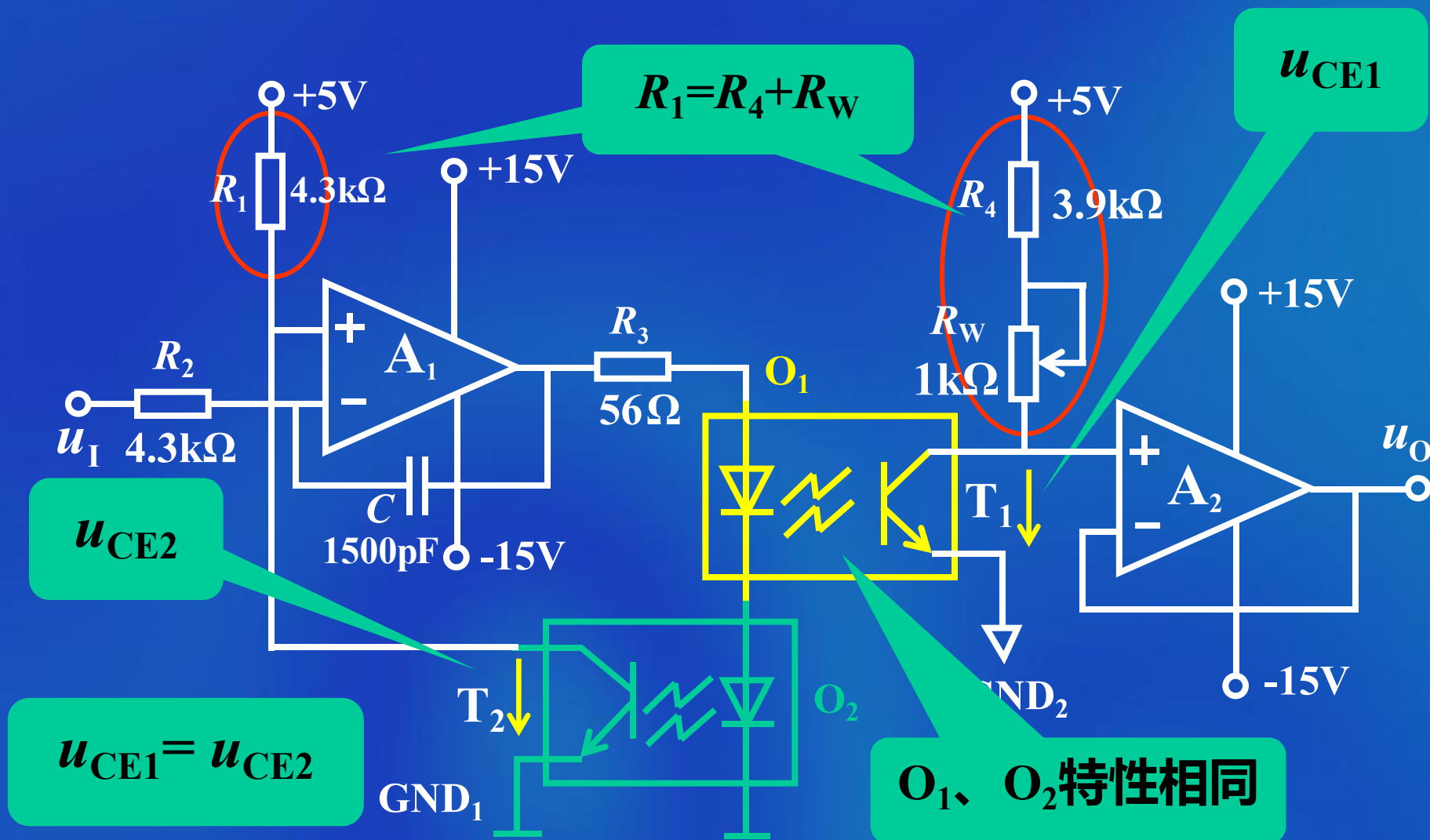
电压并联负反馈

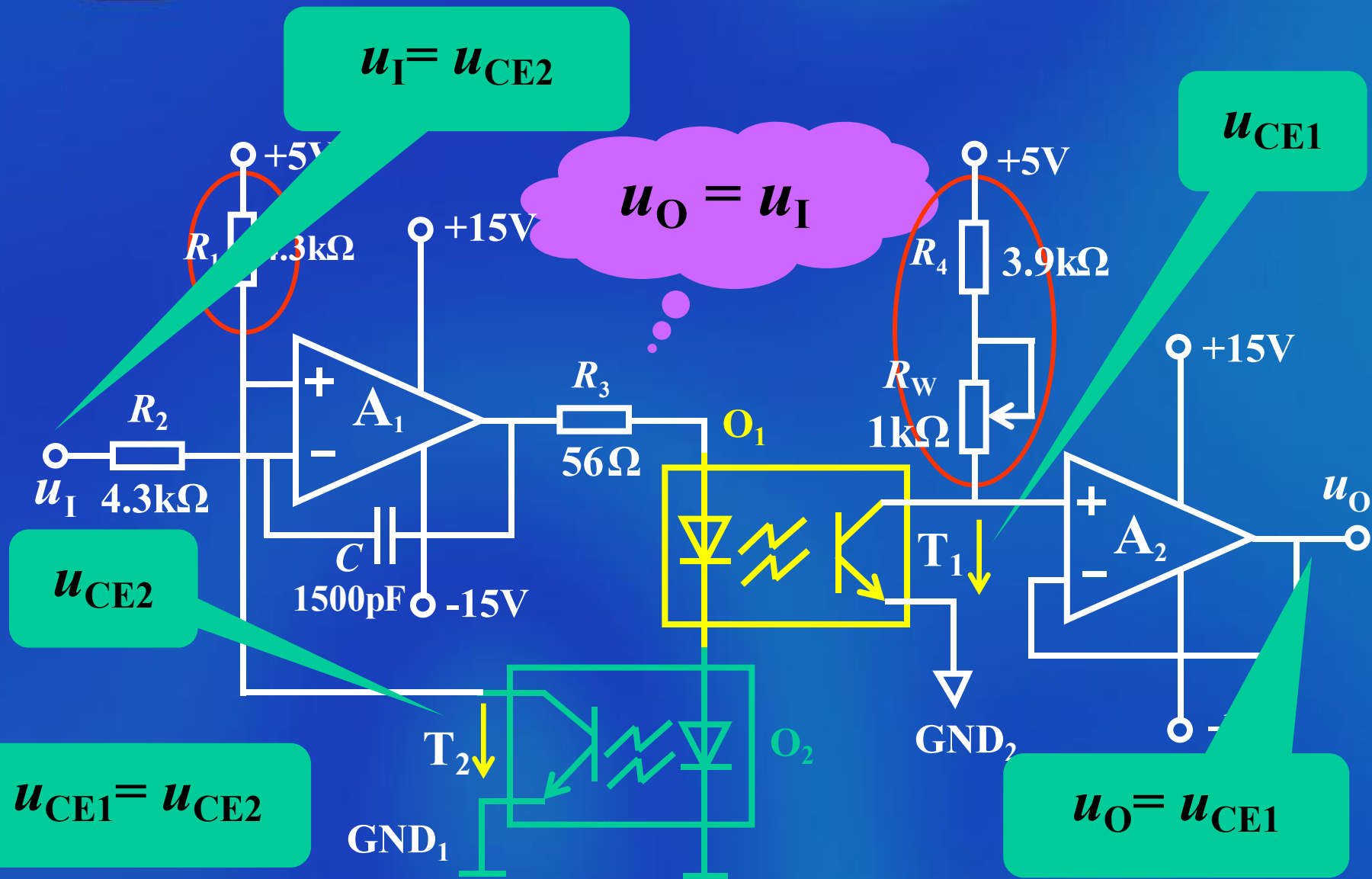
电压串联负反馈



工作原理

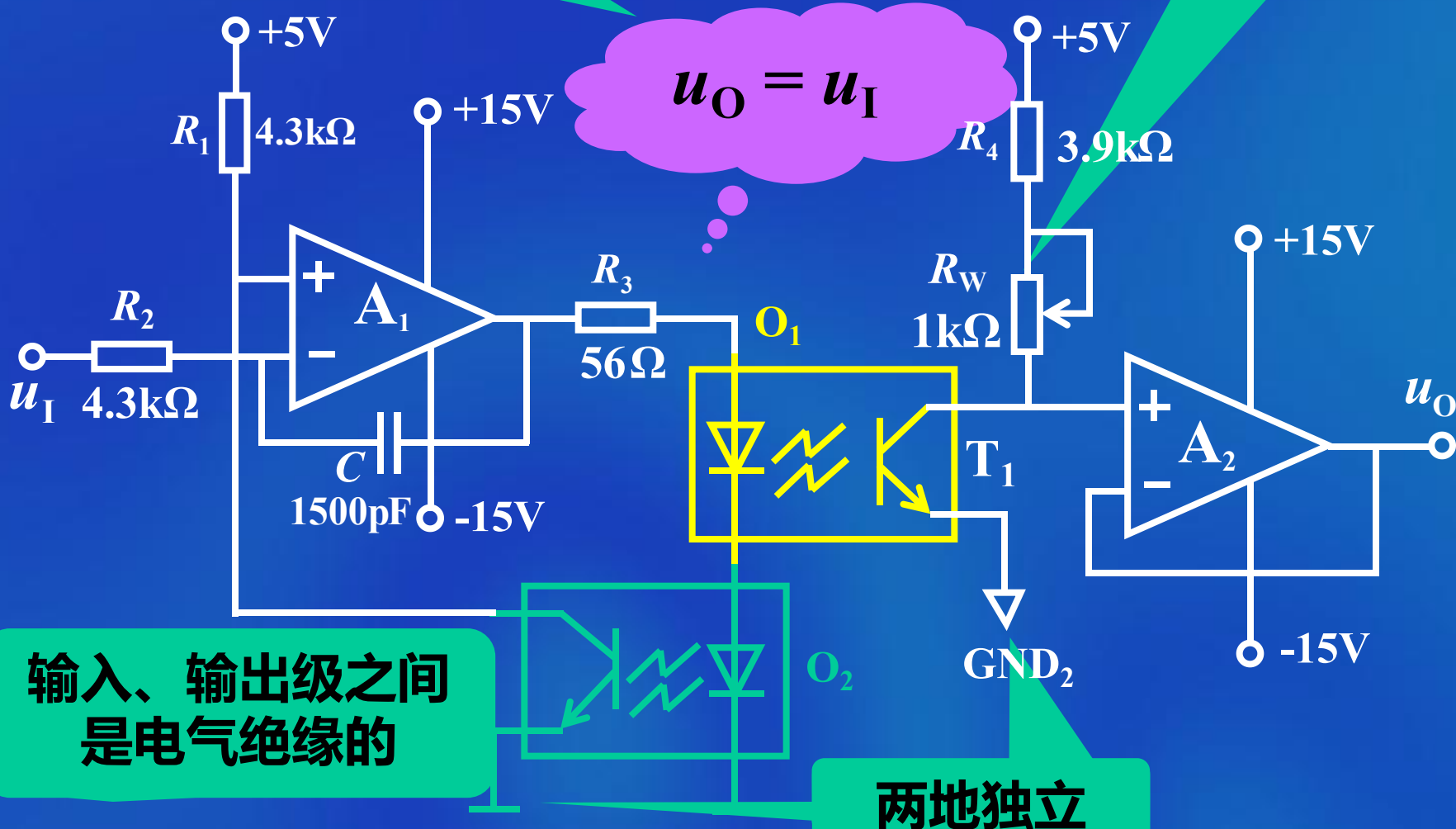






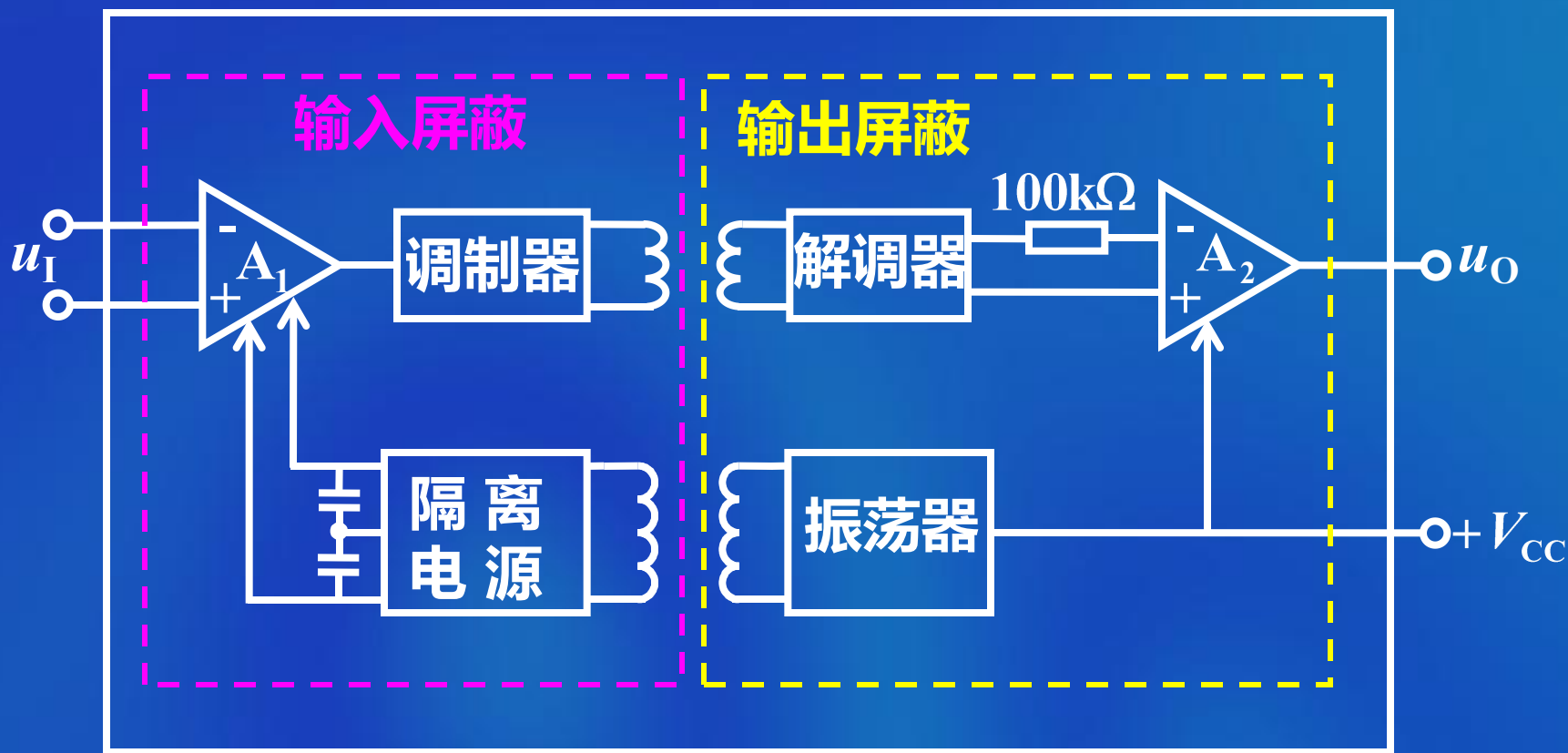
实现信号传输

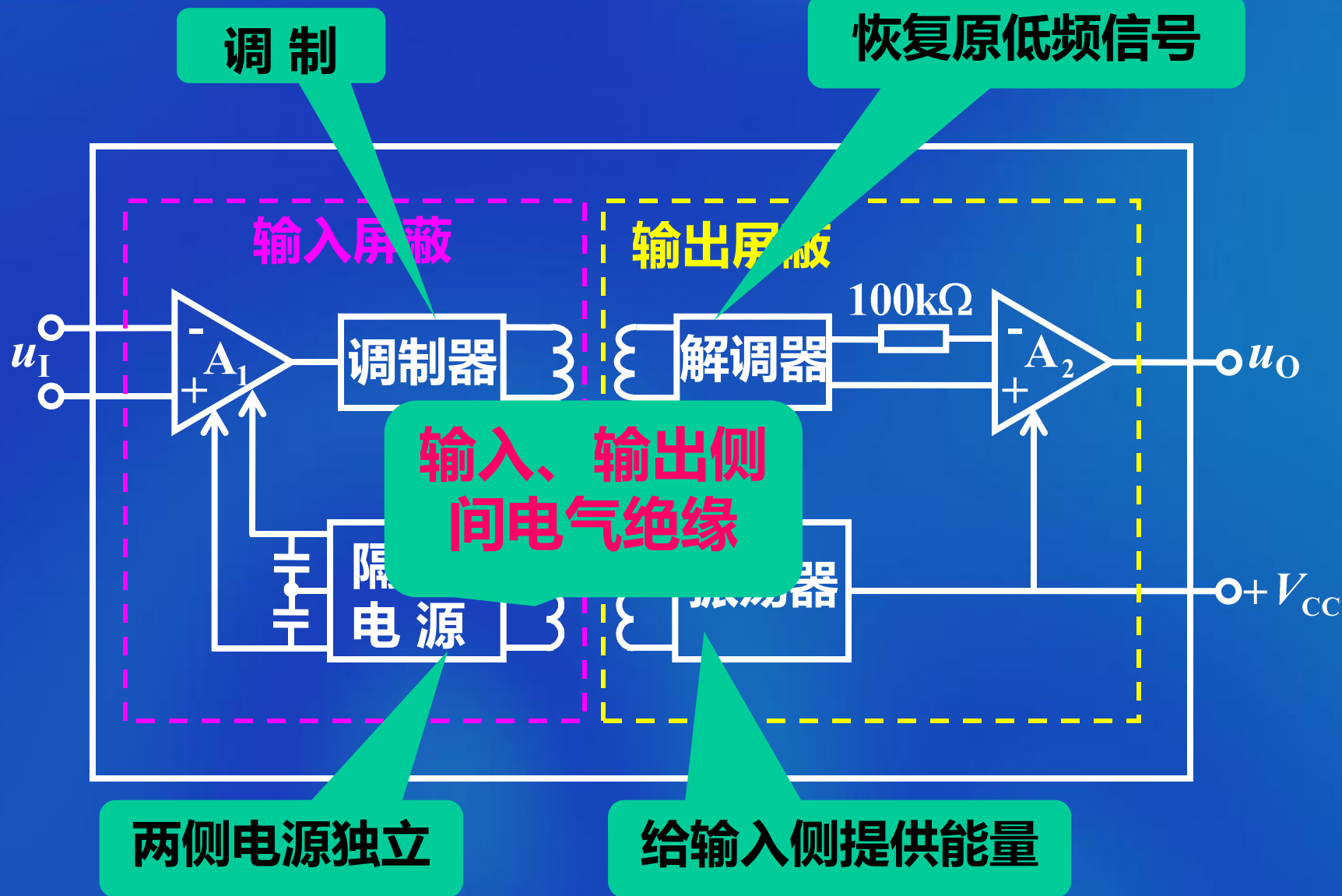
实现信号隔离



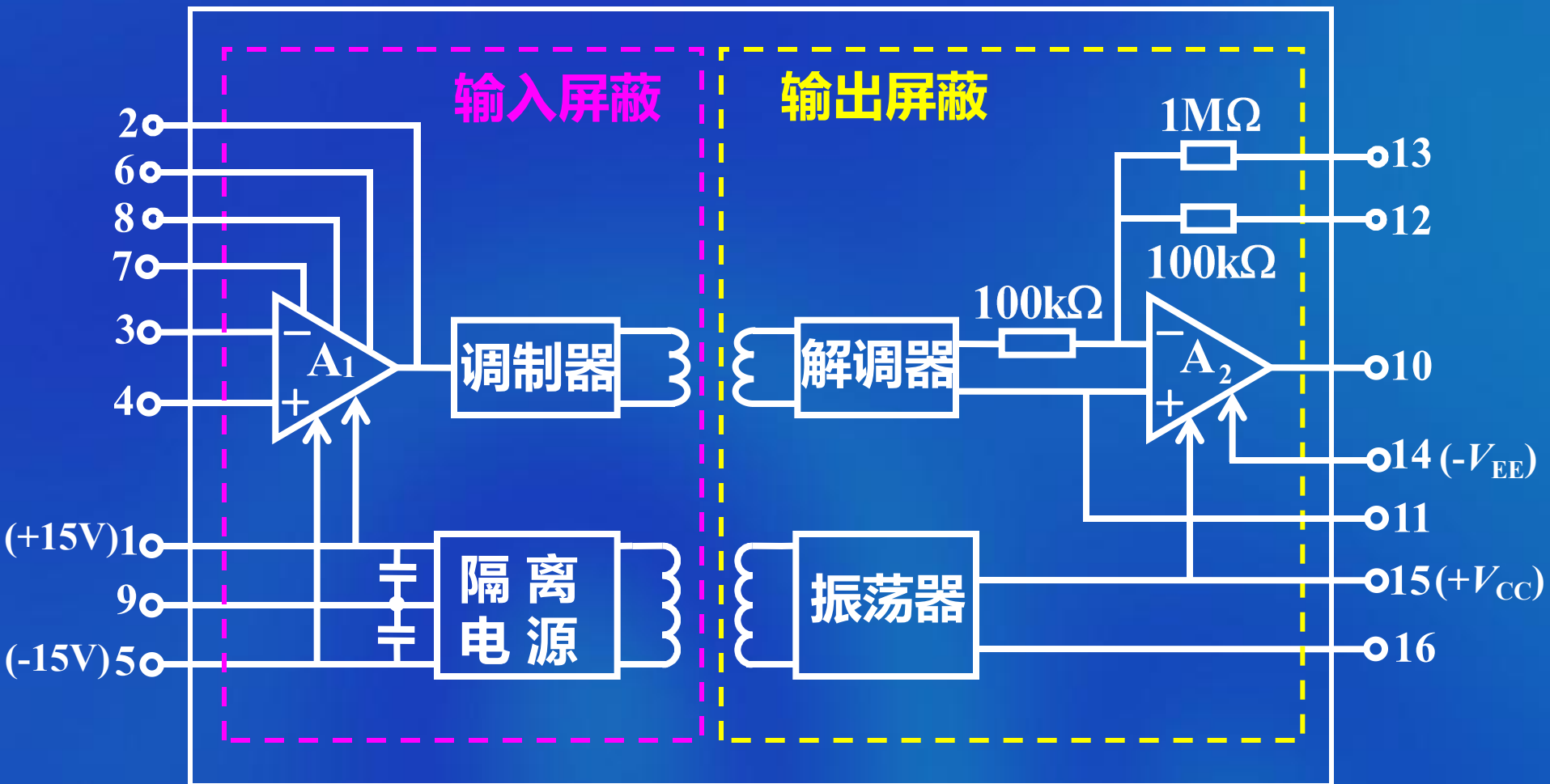
2. 变压器隔离放大器

放大器原理图

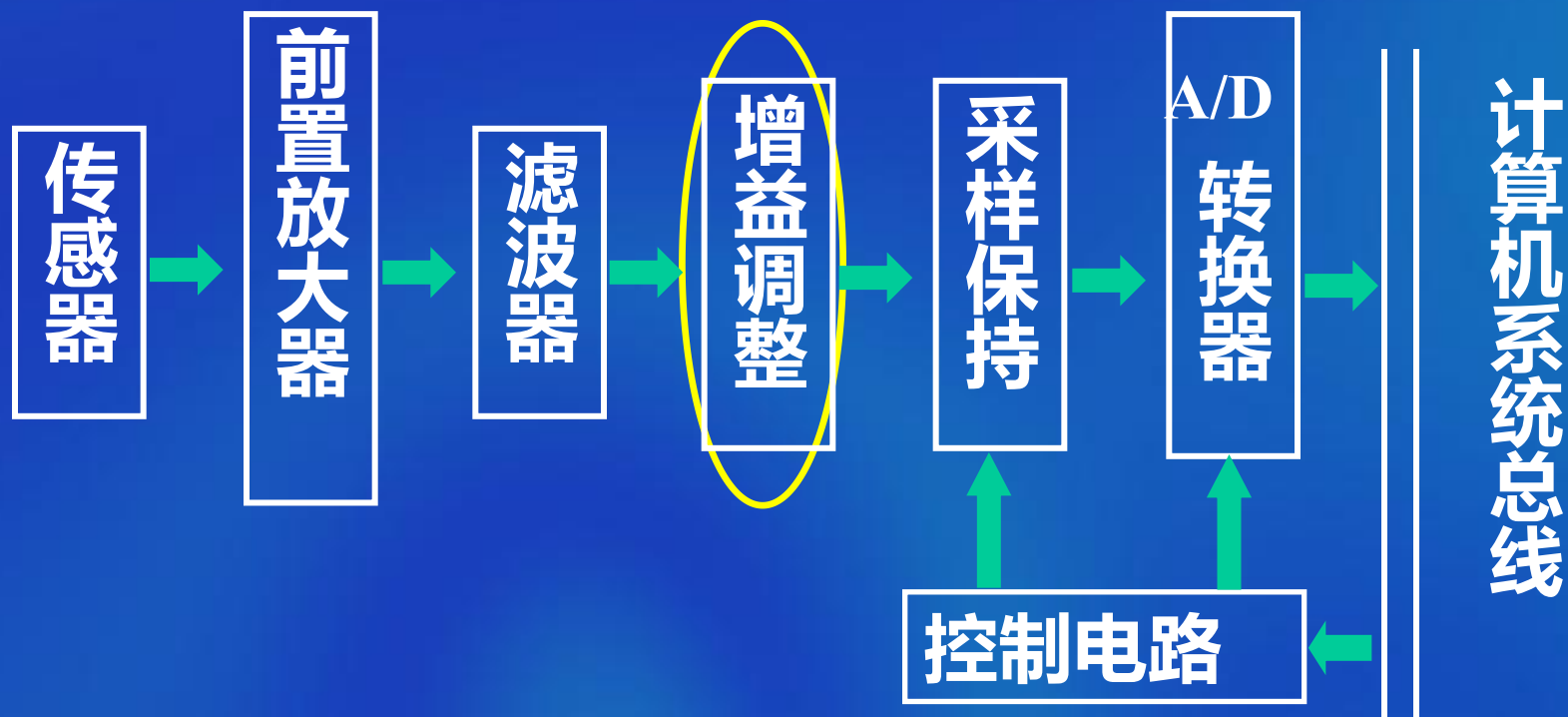




变压器隔离放大器AD277原理图和引脚



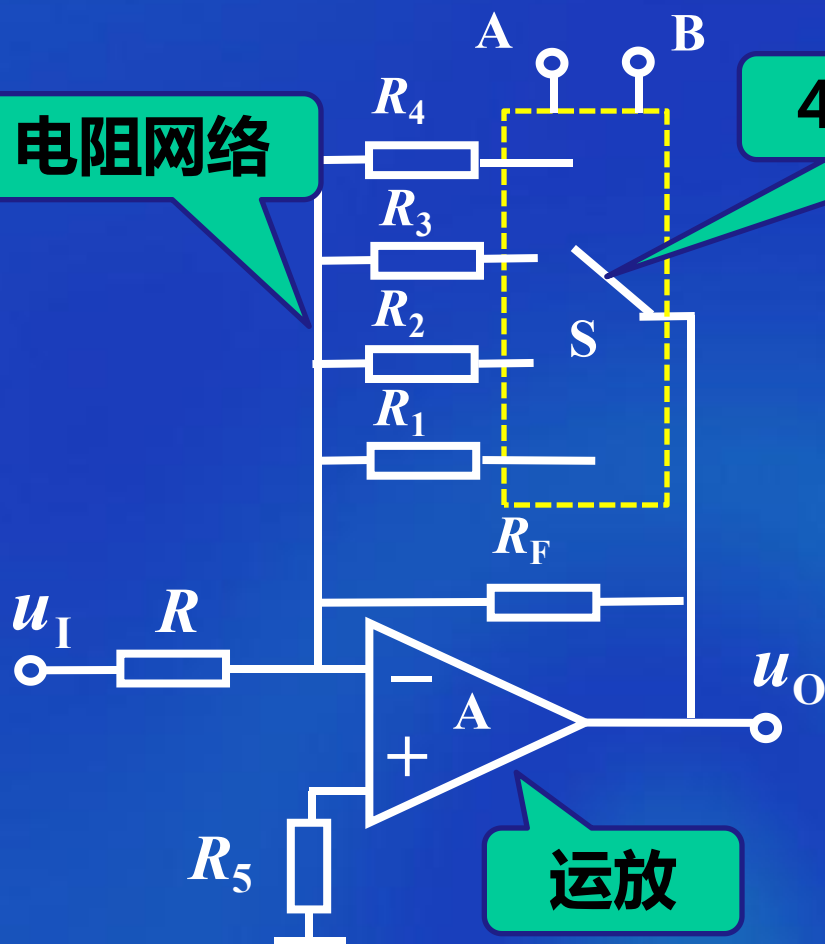
8.2.3 程控放大器



8.2.3 程控放大器

在自动测控系统和智能仪器中，如果测控信号的幅度范围比较宽，为了保证必要的测量精度，需要改变量程，实现增益自动调整。

(1) 电路及工作原理



4选1模拟开关

A	B	
0	0	R_1 接入
0	1	R_2 接入
1	0	R_3 接入
1	1	R_4 接入

电路的电压增益

$$A_U = -\frac{R_X // R_F}{R}$$

(2) 程控增益放大器的特点

(a) 电路简单

(b) 模拟开关引起误差，适用于测量精度不高场合。

单片集成程控增益放大器：

AD公司：AD602、AD605、AD5330及AD8367等

BB公司：PGA100、PGA102、PGA200等

TI公司：VCA820、VCA821、VCA824等