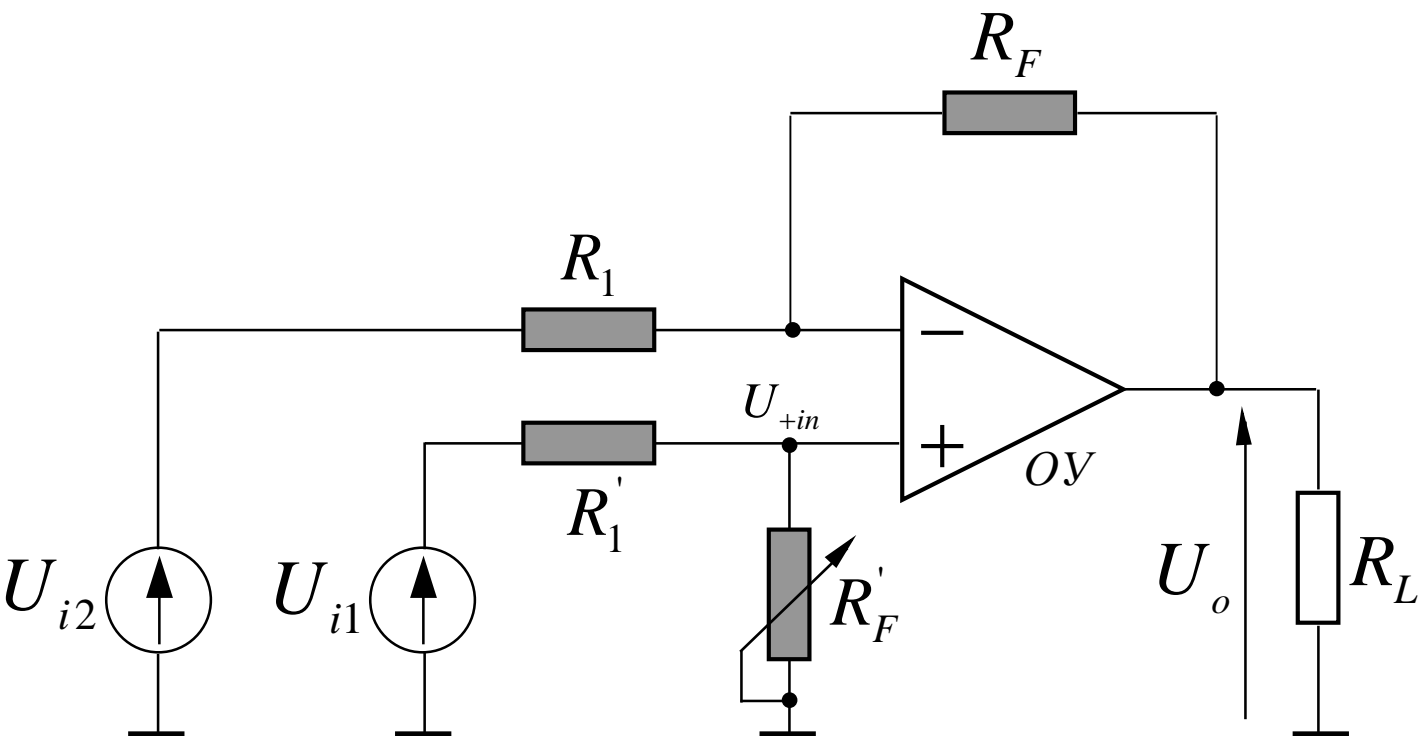


# Диференциални усилватели с ОУ. Измервателни (инструментални) усилватели

## Диференциален усилвател (ДУ) с ОУ



1 Коефициент на усилване по напрежение

$$U_o \Big|_{U_{i1}=0} = -\frac{R_F}{R_1} U_{i2};$$

$$U_o \Big|_{U_{i2}=0} = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) U_{+in} = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \cdot \frac{R'_F}{R'_F + R'_1} U_{i1},$$

където  $U_{+in} = \frac{R'_F}{R'_F + R'_1} U_{i1}$  ;

Според принципа на суперпозицията при едновременно въздействие на напреженията на двата входа на диференциалния усилвател за изходното напрежение се намира:

$$U_o = -\frac{R_F}{R_1} U_{i2} + \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \cdot \frac{R'_F}{R'_F + R_1} U_{i1};$$

За  $\boxed{\frac{R_1}{R_F} = \frac{R'_1}{R'_F}} \rightarrow \boxed{U_o = \frac{R_F}{R_1} (U_{i1} - U_{i2})}$

$$A_U = \frac{U_o}{U_{id}} = \frac{R_F}{R_1}, \text{ където } U_{id} = U_{i1} - U_{i2};$$

За намаляване на влиянието на напрежението на грешката, дължащо се на входните поляризираци токове се избира:

$$R'_1 // R'_F = R_1 // R_F$$

## 2 Входно и изходно съпротивление на ДУ

$$R_{i1} = R'_1 + R'_F; \quad R_{i2} = R_1; \quad R_{oA} = \frac{R_o}{1 + \beta A_d}$$

## 3 Коефициент на потискане на синфазните сигнали

$$CMRR_\delta = 20 \log_{10} \left[ \frac{1 + R_F / R_1}{4\delta} \right], \text{ където } \delta = \frac{\Delta R}{R}$$

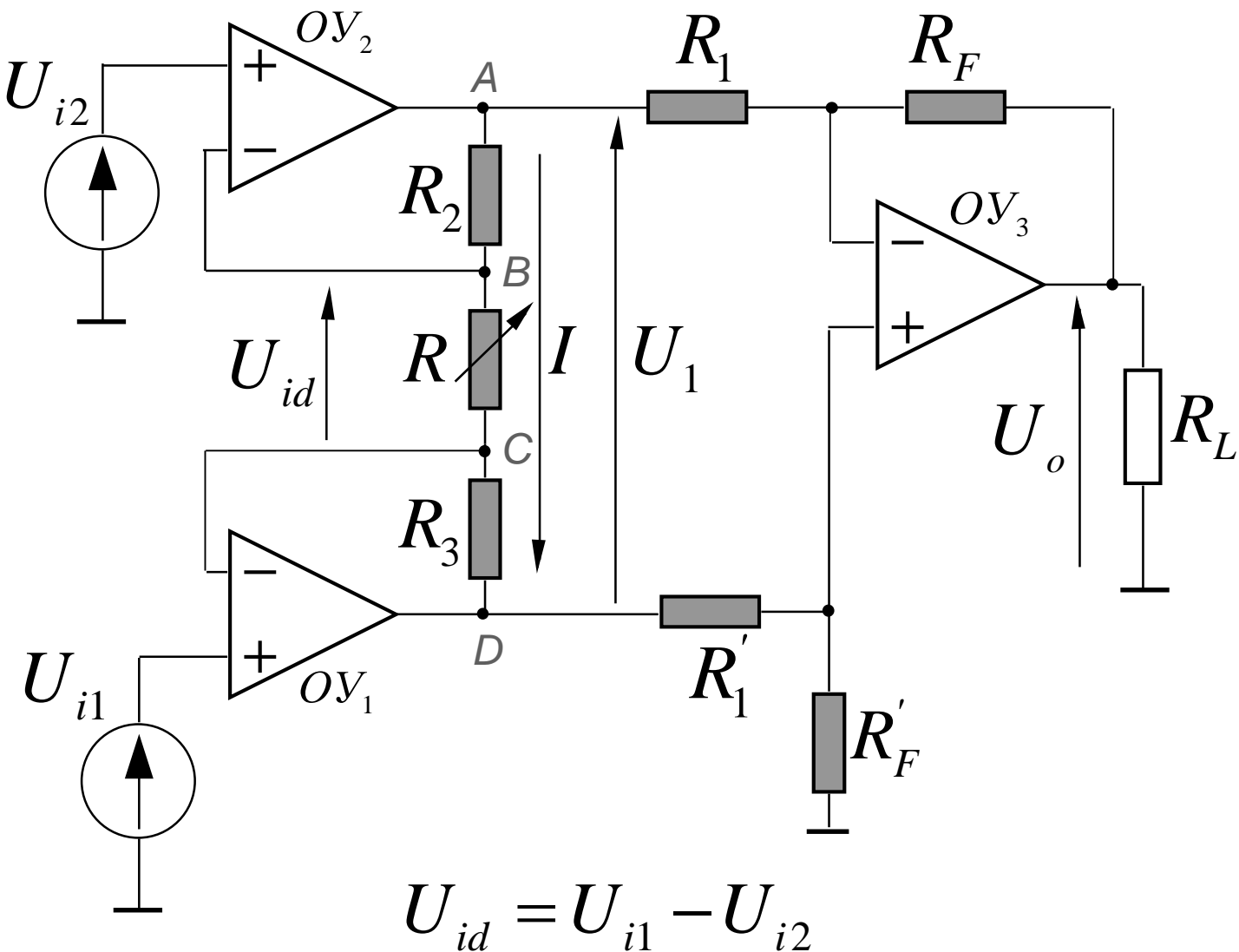
$$CMRR_{ДУ} = CMRR_\delta // CMRR_{OУ}$$

## Измервателни (инструментални) усилватели (In-Amp)

Недостатъци на простия ДУ с ОУ:

- 1) Относително малки входни съпротивления, които често са несиметрични, тъй като тяхната симетрия противоречи на условието за минимизиране на напрежението на несиметрия.
- 2) Сравнително трудно се регулира и подбира усилването, като се спазва отношението:  $R_1 / R_F = R'_1 / R'_F$
- 3) Нивото на потискане на един-единствен ОУ рядко е достатъчно, тъй като малкият диференциален сигнал, предназначен за измерване, по принцип е насложен върху голям постоянен синфазен сигнал.

### Основна схема на измервателен усилвател



## Основна схема на измервателен усилвател - параметри

### 1 Коефициент на усилване по напрежение

Избира се:  $R_2 = R_3$  и  $\frac{R_1}{R_F} = \frac{R_1'}{R_F'}$ .

За идеален ОУ:  $A_d \rightarrow \infty$ ;  $U_{id1} \rightarrow 0$ ;  $U_{id2} \rightarrow 0$ ;

$$I_{i1} \rightarrow 0; \quad I_{i2} \rightarrow 0$$

$$U_{id} = I \cdot R; \quad U_1 = (R + R_2 + R_3) \cdot I$$

-Коефициент на усилване на първото стъпало:

$$A_{U1} = \frac{U_1}{U_{id}} = \frac{R + R_2 + R_3}{R} = 1 + \frac{R_2 + R_3}{R};$$

-Коефициент на усилване на второто стъпало:

$$A_{U2} = \frac{U_o}{U_1} = \frac{R_F}{R_1};$$

$$A_U = A_{U1} A_{U2} = \left( 1 + \frac{R_2 + R_3}{R} \right) \times \frac{R_F}{R_1}$$

## Основна схема на измервателен усилвател - параметри

### 2 Входно съпротивление

$$R_{iA} = 2R_{id}(1 + \beta A_d), \quad \beta = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + R_2} \quad \text{-Коефициент на обратна връзка}$$

### 3 Коефициент на потискане на синфазните сигнали

$$CMRR_{СТЪПАЛО1} = \frac{A_{U1}}{A_{CM1}}; \quad A_{CM1} = 1$$

$$CMRR_{СТЪПАЛО2} = \frac{A_{U2}}{A_{CM2}} = CMRR_{ДУ};$$

$$CMRR = \frac{A_U}{A_{CM}} = \frac{A_{U1}A_{U2}}{A_{CM1}A_{CM2}} = A_{U1}CMRR_{ДУ}$$

Избира се:  $A_{U1} = A_U$  и  $A_{U2} = 1$ .

$$\text{Ако } \frac{R_1}{R_F} = \frac{R'_1}{R'_F}, \quad CMRR_{ДУ} \approx CMRR_{ОУ}$$