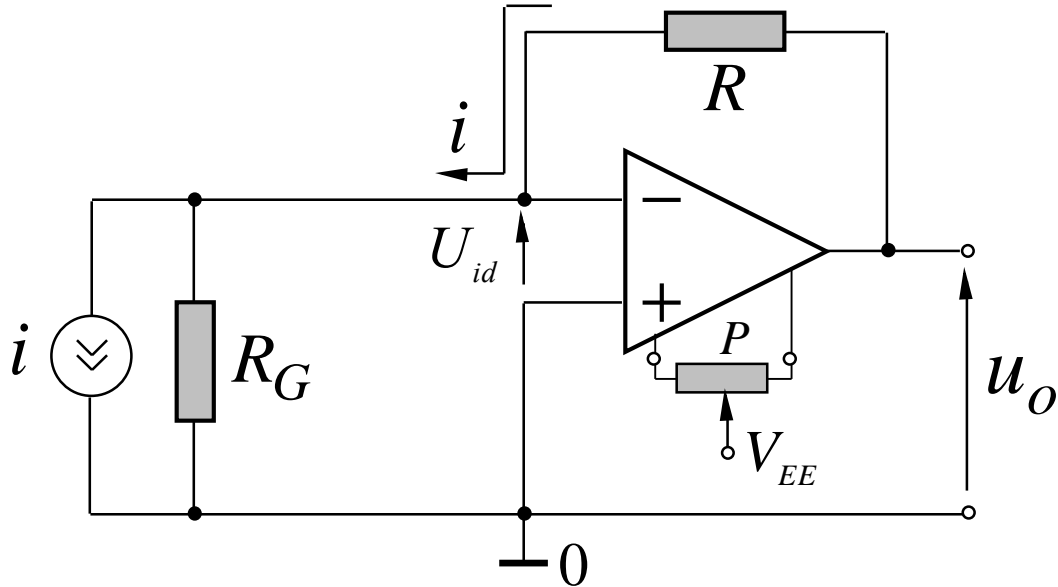


# Преобразуватели на ток в напрежение, напрежение в ток и ток в ток

## 1 Източник на напрежение, управляван с ток (преобразувател ток – напрежение)

За преобразувателите на ток в напрежение управляващият сигнал е входният ток. При това входната верига на преобразувателя трябва да оказва минимално влияние на останалата част от схемата. В идеалния случай  $R_{iA} = 0$ .



**Предавателна функция на схемата**

Анализ на схемата за идеален ОУ:  $A_d \rightarrow \infty$ ;  $U_{id} \rightarrow 0$

$$u_o = i \cdot R \quad , \text{ за } R_G \gg R$$

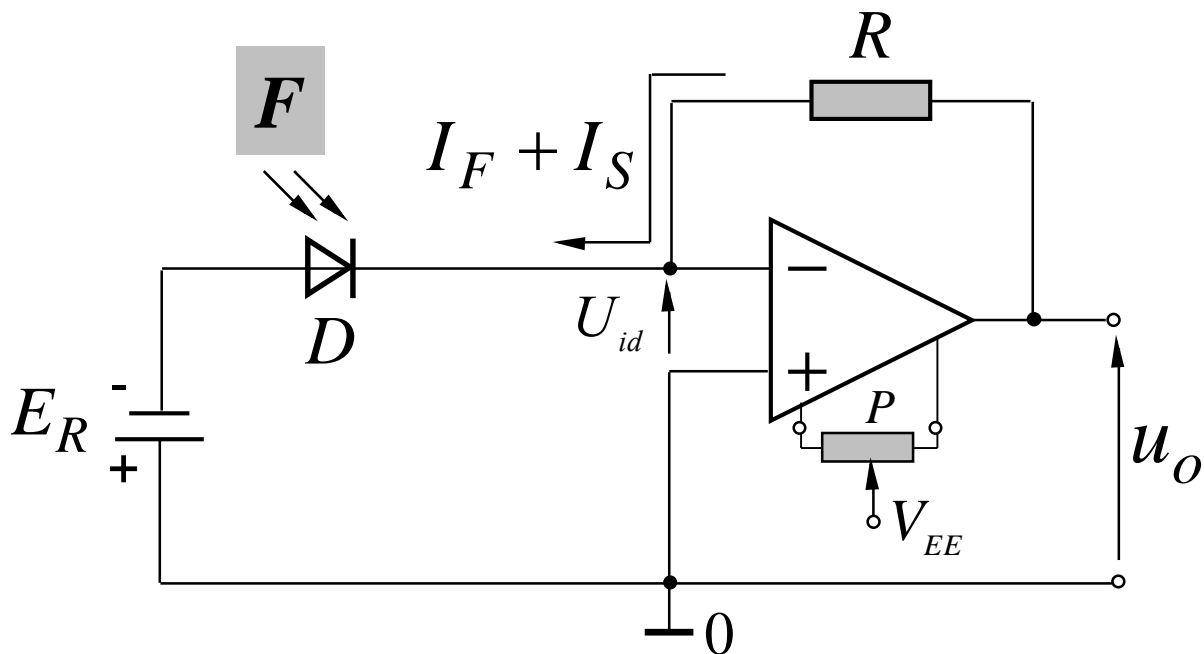
**Входно и изходно съпротивление на схемата**

$$R_{iA} \approx \frac{R_F}{1 + A_d} \ll 1\Omega;$$

$$R_{oA} \approx \frac{R_o}{1 + \beta A_d} \quad , \quad \text{където } \beta = \frac{R_G}{R_G + R}.$$

**Източник на напрежение, управляван с ток  
(преобразувател ток – напрежение)**

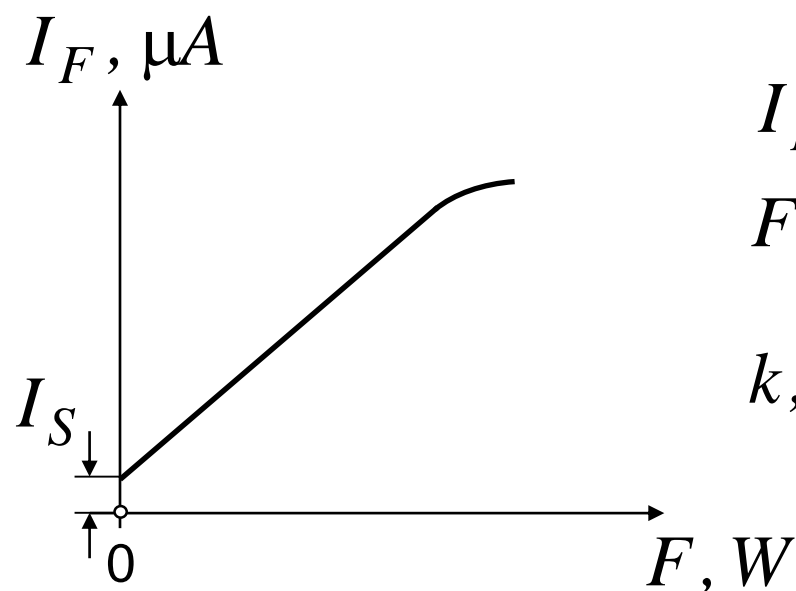
**Електронна схема на преобразувател ток – напрежение за измерване на светлинен поток  $F$**



$D$  - фотодиод

$E_R$  - Опорно напрежение за поляризиране на фотодиода в обратна посока

**Предавателна характеристика на фотодиод  $D$**



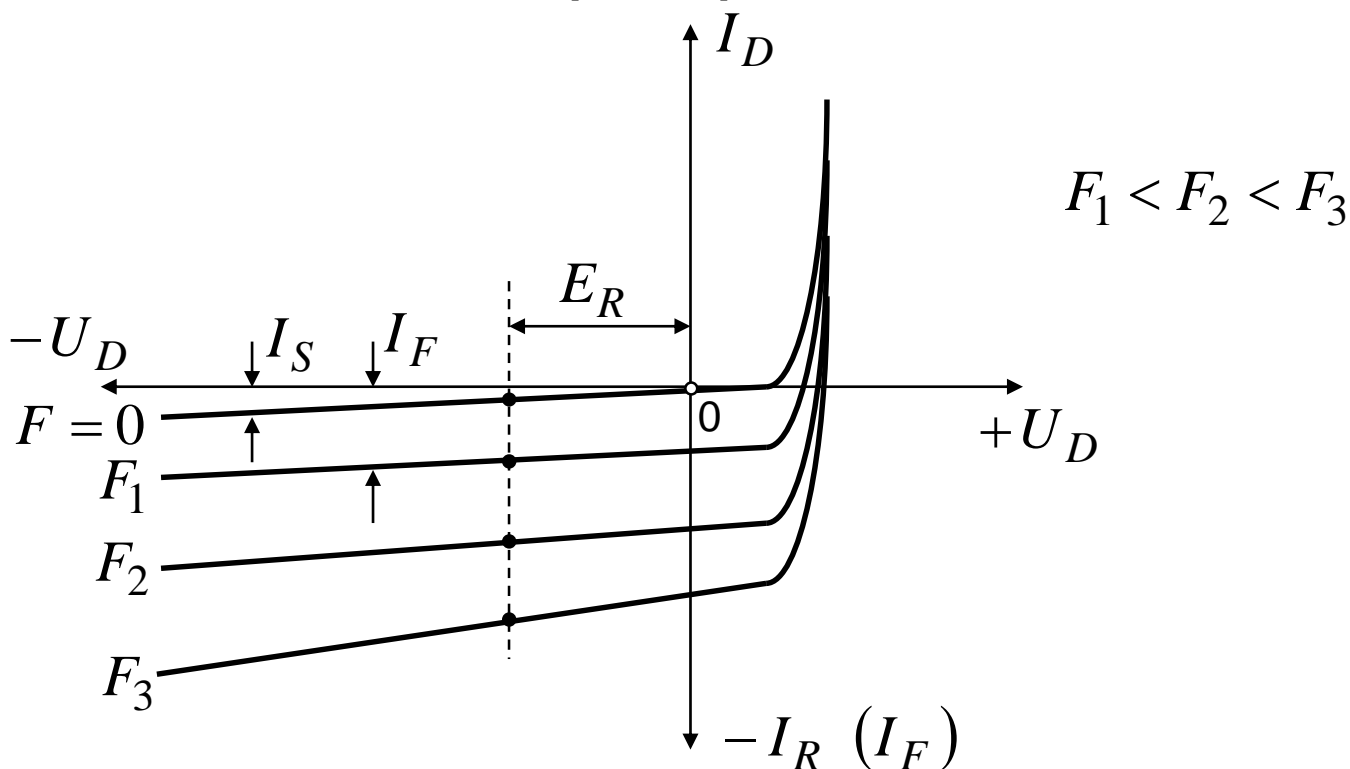
$I_F = k \cdot F$  - фототок

$F, W(lm)$  - светлинен ПОТОК

$k, \frac{A}{W}$  - коефициент на чувствителност

Източник на напрежение, управляван с ток  
(преобразувател ток – напрежение)

Изходни статични характеристики на фотодиод  $D$



$$I_D = I_S \left( \exp \frac{U_D}{mU_T} - 1 \right) - I_F ;$$

При  $U_D < 0 \rightarrow I_D \approx -(I_S + I_F)$ ;

Предавателна функция на схемата

$$U_o = (I_F + I_S)R$$

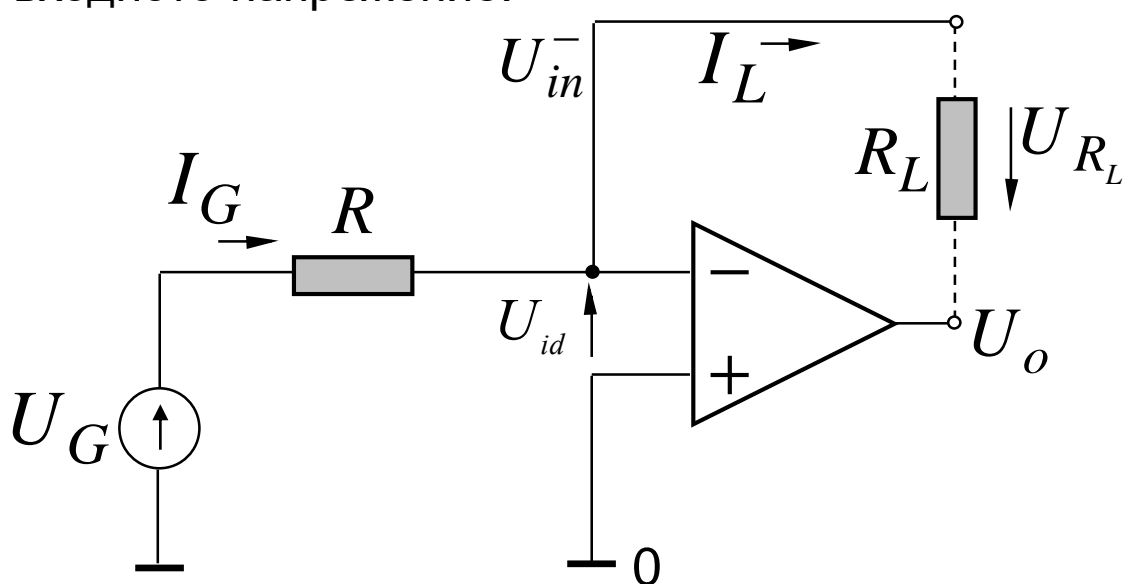
- При  $F = 0$ ,  $I_F = 0$  и  $U_o = I_S R$ ;

- При  $F \neq 0$ ,  $I_F \neq 0$  и  $U_o \approx I_F R = k \cdot F \cdot \overset{3}{R}$ .

## 2 Източник на ток, управляван с напрежение (преобразувател напрежение – ток)

### Преобразувател напрежение – ток с инвертиращ вход

Преобразувателите на напрежение в ток са предназначени да осигуряват ток през даден товар, който не зависи от напрежението върху товара и може да се регулира само от входното напрежение.



**Предавателна функция на схемата**

$$I_G = I_L = (U_G - U_{in}^-) / R ;$$

$$U_{in}^- = -U_o / A_d ; \quad U_{R_L} = U_{in}^- - U_o ;$$

$$I_L = \frac{U_G}{R} - \frac{U_{R_L}}{R \cdot (1 + A_d)} \approx \frac{U_G}{R} - \frac{U_{R_L}}{R \cdot A_d}$$

При  $A_d \rightarrow \infty$

$$I_L = \frac{U_G}{R}$$

**Източник на ток, управляван с напрежение  
(преобразувател напрежение – ток)**

**Преобразувател напрежение – ток с инвертиращ вход**

*Входно и изходно съпротивление на схемата*

$$R_{iA} \approx R; \quad R_{oA} = -\frac{\partial U_{R_L}}{\partial I_L} = RA_d$$

$$Z_{oA} = RA_{\dot{d}} = R \frac{A_{do}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_p}};$$

$$Z_{oA} = \frac{1}{\frac{1}{RA_{do}} + \frac{j\omega}{RA_{do}\omega_p}} = R_{oA} // \frac{1}{j\omega C_{oA}}$$

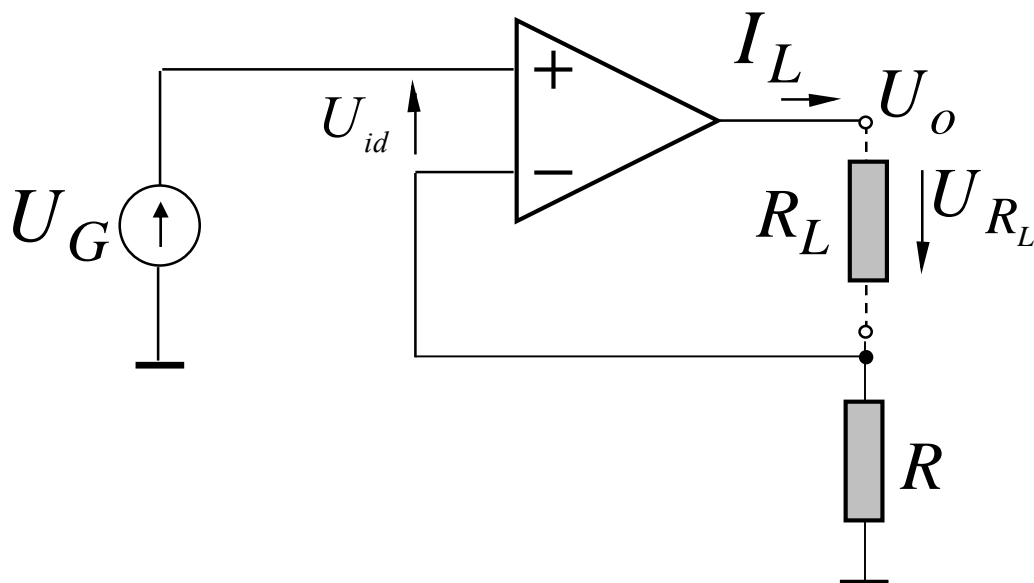
*Изходно съпротивление:*

*Изходен капацитет:*

$$R_{oA} = RA_{do}; \quad C_{oA} = \frac{1}{RA_{do}\omega_p^5};$$

# Източник на ток, управляван с напрежение (преобразувател напрежение – ток)

*Преобразувател напрежение – ток с неинвертиращ вход*



*Предавателна функция на схемата*

При  $A_d \rightarrow \infty$

$$I_L = \frac{U_G}{R}$$

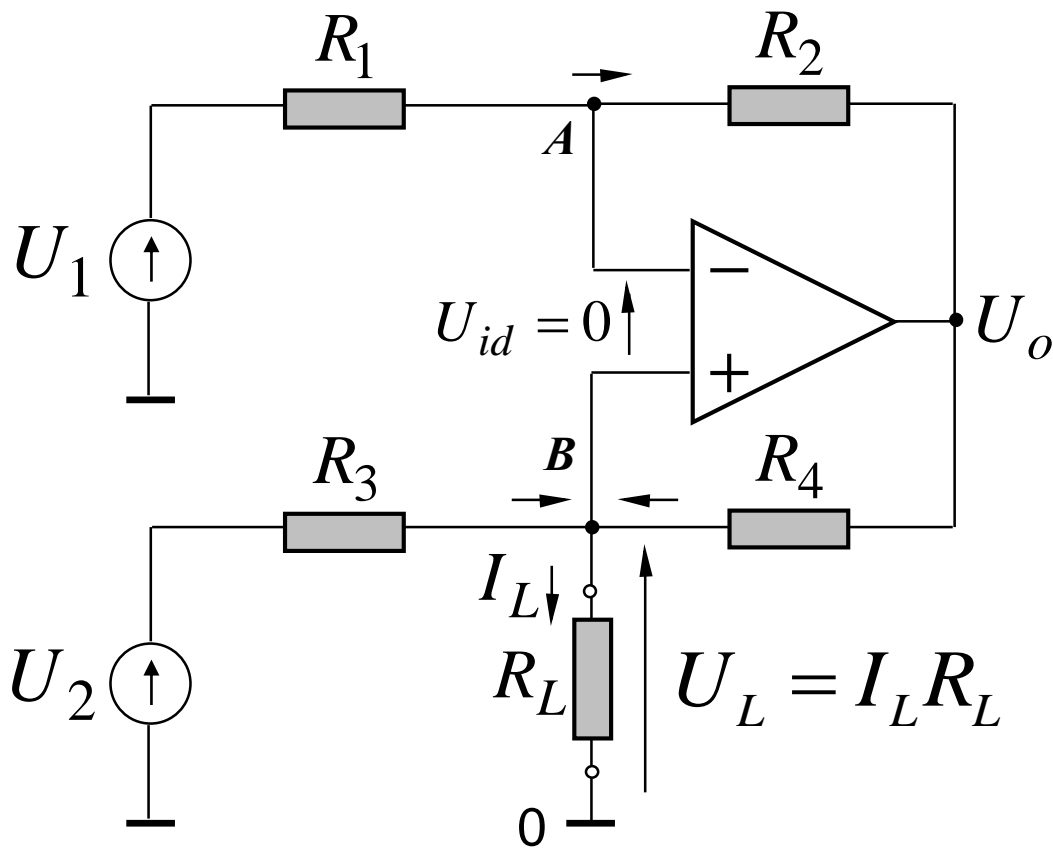
*Входно и изходно съпротивление на схемата*

$$R_{iA} \approx R_{id} (1 + \beta A_d) \quad \text{- входно съпротивление}$$

$$R_{oA} = R A_d \quad \text{- изходно съпротивление}$$

**Източник на ток, управляван с напрежение  
(преобразувател напрежение – ток)**

*Преобразувател напрежение – ток със заземен товар*



**Предавателна функция на схемата**

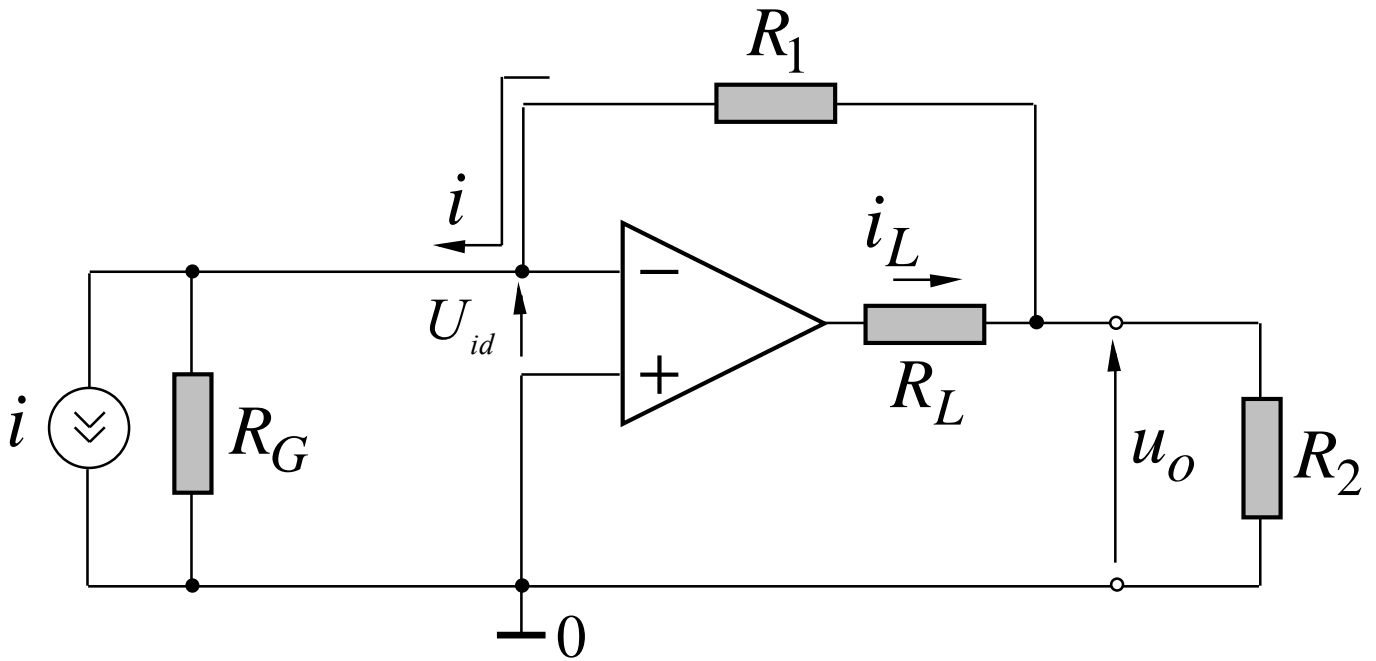
$$\frac{U_1 - U_L}{R_1} = \frac{U_L - U_o}{R_2} \quad \text{- Уравнение за възел } A$$

$$\text{Уравнение за възел } B - \frac{U_2 - U_L}{R_3} + \frac{U_o - U_L}{R_4} = I_L;$$

$$I_L = \frac{U_2}{R_3} - \frac{U_1 R_2}{R_1 R_4} - U_L \left( \frac{1}{R_3} - \frac{R_2}{R_1 R_4} \right).$$

При  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3} \rightarrow I_L = \frac{1}{R_3} (U_2 - U_1).$  7

**3** Източник на ток, управляван с ток  
(преобразувател ток – ток)



**Предавателна функция на схемата**

Анализ на схемата за идеален ОУ:  $A_d \rightarrow \infty$ ;  $U_{id} \rightarrow 0$

$$u_o = i \cdot R_1; \quad i_L = i + \frac{u_o}{R_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow A_I = \frac{i_L}{i} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$