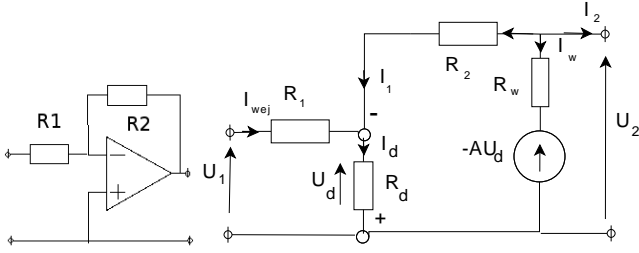


Rezystancja wejściowa wzmacniacza operacyjnego

Michał Urbański

1 Rezystancja wejściowa wzmacniacza odwracającego fazę



Sterowana siła elektromotoryczna $E = -AU_d$ (znak – wynika z tego, że strzałka jest przy wejściu „–”).

R_w – rezystancja wewnętrzna wzmacniacza operacyjnego bez sprzężenia zwrotnego.

Z praw Kirchoffa:

$$U_1 = I_{wej}R_1 + U_d \quad (1)$$

$$-AU_d + I_w R_w = I_1 R_2 + I_d R_d \quad (2)$$

$$I_1 + I_{wej} = I_d \quad (3)$$

$$U_d = I_d R_d \quad (4)$$

Jeśli założymy, że $I_2 = 0$ (układ pracuje bez obciążenia) to $I_w = -I_1$, wstawiamy to do równania (2):

$$-AU_d = (R_2 + R_w)I_1 + I_d R_d \quad (5)$$

z równania (3) mamy $I_1 = I_d - I_{wej}$. Wstawiamy to do (5) i uwzględniając (4) otrzymujemy:

$$-AI_d R_d = (R_2 + R_w)I_d - (R_2 + R_w)I_{wej} + I_d R_d \quad (6)$$

i po przekształceniach:

$$\frac{I_d}{I_{wej}} = \frac{R_2 + R_w}{AR_d + R_2 + R_w + R_d} \approx \frac{R_2}{AR_d} \quad (7)$$

Przybliżony wzór uzyskujemy przy założeniu, że $R_w \ll R_2$ oraz $AR_d \gg R_2 + R_w + R_d$.

Dzieląc U_1 z równania (1) przez prąd I_{wej} otrzymujemy rezystancję wejściową:

$$R_{wej} = \frac{U_1}{I_{wej}} = R_1 + \frac{I_d}{I_{wej}} R_d = R_1 + \frac{R_2}{A} \approx R_1 \quad (8)$$

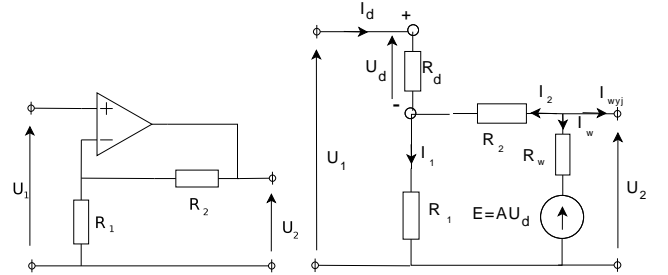
Rezystancja wejściowa wzmacniacza odwracającego fazę nie zależy praktycznie od sprzężenia zwrotnego bowiem $U_d \ll I_{wej} R_1$.

Wzór (8) można zapisać następująco:

$$R_{wej} = R_1 \left(1 + \frac{R_2}{AR_1} \right) = R_1 \left(1 + \frac{K_u}{A} \right) \quad (9)$$

gdzie: $K_u = \frac{R_2}{R_1}$. Czyli sprzężenie zwrotne zmniejsza wpływ R_2 .

2 Rezystancja wejściowa wzmacniacza nieodwracającego fazy



Z praw Kirchoffa:

$$U_1 = I_d R_d + I_1 R_1 \quad (10)$$

$$I_2 = I_1 = I_d \quad (11)$$

$$AU_d = I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_w R_w \quad (12)$$

Zakładamy jak poprzednio, że $I_{wj} = 0$, więc $I_w = -I_2$, ponadto $U_d = I_d R_d$, po podstawieniu do (12) otrzymujemy:

$$AI_d R_d = I_1 R_1 + (R_2 + R_w)I_1 - (R_2 + R_w)I_d \quad (13)$$

$$(14)$$

a z tego:

$$I_1 = I_d \frac{AR_d + R_2 + R_w}{R_1 + R_2 + R_w} \quad (15)$$

wstawiamy (15) do (10):

$$R_{wej} = \frac{U_1}{I_d} = R_d + \frac{AR_d + R_2 + R_w}{R_1 + R_2 + R_w} \quad (16)$$

Przy założeniu, że $R_w \ll R_2$ oraz $AR_d \gg R_2 + R_w$:

$$R_{wej} \approx AR_d \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad (17)$$

Wzór (16) można zapisać następująco:

$$R_{wej} = R_d \left(1 + A \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = R_d \left(1 + \frac{A}{K_u} \right) \quad (18)$$

gdzie $K_u = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$.

Wzór (17) można wyprowadzić w sposób przybliżony następująco:

$$R_{wej} = \frac{\Delta U_1}{\Delta I_d} \approx \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \frac{\Delta U_2}{\Delta U_d} \frac{\Delta U_d}{\Delta I_d} = \frac{1}{K_u} AR_d \quad (19)$$

Przy czym założono, że $\Delta E = \Delta U_2$.

Jak widać wzmacniacz nieodwracający fazy ma dużą impedancję wynikającą ze sprzężenia zwrotnego. W przypadku wzmacniacza odwracającego fazę sprzężenie zwrotne nie wpływa na rezystancję wejściową i rezystancja wejściowa równa jest rezystancji rezystora wejściowego R_1 .