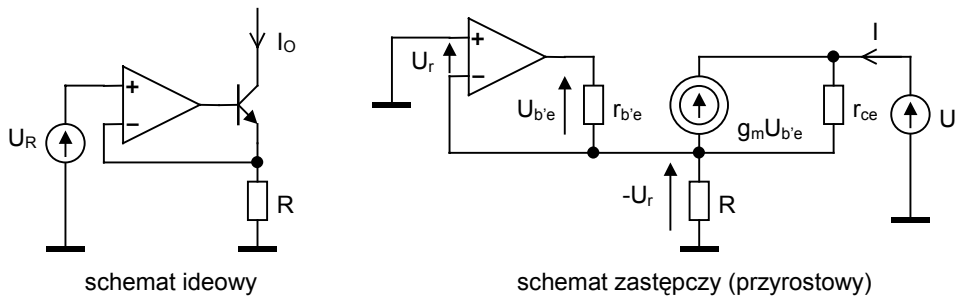


Rezystancja wyjściowa źródła prądowego ze wzmacniaczem operacyjnym



Na podstawie schematu zastępczego można zapisać następujące równania:

$$I = g_m U_{b'e} + (U + U_r)/r_{ce} \quad (1)$$

$$k_u U_r = U_{b'e} - U_r \Rightarrow U_{b'e} = (1 + k_u) U_r \quad (2)$$

$$U_r = -R(I + U_{b'e}/r_{b'e}) \quad (3)$$

(Przez k_u oznaczono wzmocnienie różnicowe wzmacniacza operacyjnego.) Z równań (2) i (3) możemy uzyskać zależność:

$$U_r = -\frac{IR}{1 + (1 + k_u)R/r_{b'e}} \approx -I \frac{r_{b'e}}{1 + k_u} \quad (4)$$

Wstawiając (4) do (2) otrzymujemy dalej:

$$U_{b'e} \approx -I r_{b'e} \quad (5)$$

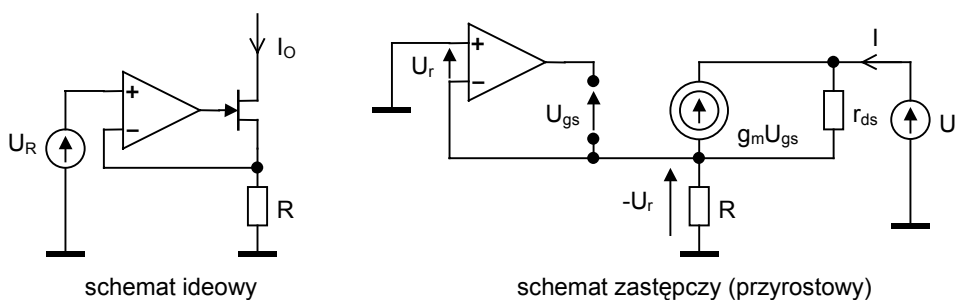
Podstawiając zależności (4) i (5) do (1) możemy otrzymać następującą zależność:

$$I = -g_m r_{b'e} I + \frac{U}{r_{ce}} - \frac{I r_{b'e}}{r_{ce}(1 + k_u)} \Rightarrow I \left(1 + \beta + \frac{r_{b'e}}{r_{ce}(1 + k_u)} \right) = \frac{U}{r_{ce}}$$

z której to dostajemy wprost wzór na rezystancję wyjściową źródła prądowego:

$$r_{wy} = \frac{U}{I} = r_{ce} \left(1 + \beta + \frac{r_{b'e}}{r_{ce}(1 + k_u)} \right) \approx r_{ce}(1 + \beta)$$

W przypadku gdy zamiast tranzystora bipolarnego użyjemy tranzystora unipolarnego (np.: JFET) schemat ideowy i zastępczy układu będzie wyglądał jak na poniższym rysunku.



Na podstawie schematu małosygnałowego możemy zapisać następujące równania:

$$I = g_m U_{gs} + (U + U_r)/r_{ce} \quad (1)$$

$$U_r = -IR \quad (2)$$

$$k_u U_r = U_{gs} - U_r \Rightarrow U_{gs} = (1 + k_u)U_r = -IR(1 + k_u) \quad (3)$$

Wstawiając do (1) zależności (2) i (3) otrzymujemy:

$$I = -Ig_m R(k_u + 1) + U/r_{ds} - I R/r_{ds}$$

skąd po pogrupowaniu wyrazów dostajemy:

$$I(1 + g_m R(k_u + 1) + R/r_{ds}) = U/r_{ds}$$

co daje wprost wyrażenie na rezystancję wyjściową źródła prądowego z tranzystorem unipolarnym:

$$r_{wy} = r_{ds} (1 + g_m R(k_u + 1) + R/r_{ds}) \approx r_{ds} g_m R(k_u + 1)$$