

Wzory, równania, zależności
Analogowe układy elektroniczne

Łukasz Przystupa

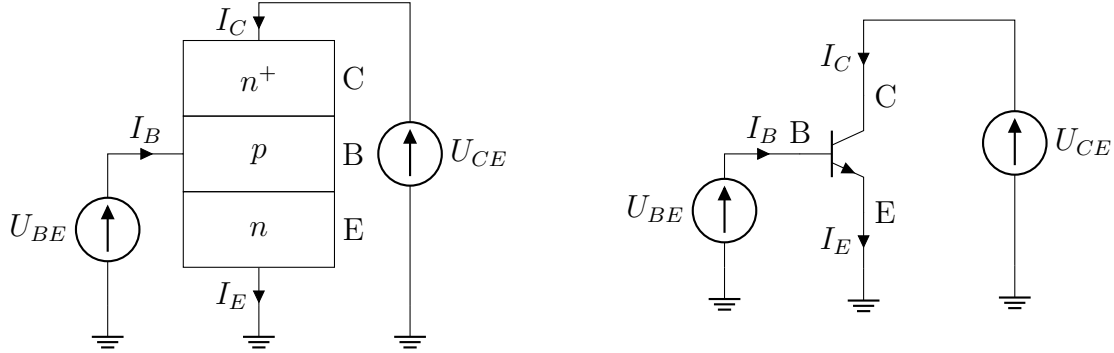
27 marca 2023

Spis treści

1	Tranzystory bipolarne	3
1.1	Struktura tranzystory	3
1.2	Schemat mało-sygnałowy	3
1.3	Układ ze wspólnym emiterem (OE)	4

1. Tranzystory bipolarne

1.1. Struktura tranzystory



Rysunek 1: Struktura wewnętrzna tranzystora NPN, schemat tranzystory

Stało-prądowa zależności między prądami:

$$I_C \approx I_E \quad (1)$$

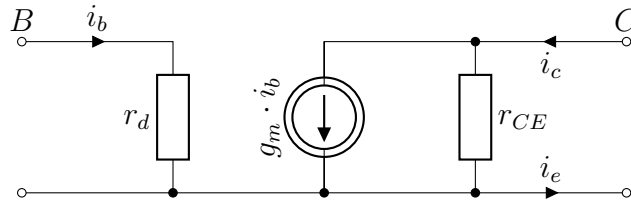
$$I_C = I_{ES} \cdot (e^{\frac{U_{BE}}{U_T}} - 1) \approx I_{ES} \cdot e^{\frac{U_{BE}}{U_T}} \quad (2)$$

Dla prostych obliczeń można wykorzystać stało-prądowy współczynnik wzmacnienia β :

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad (3)$$

1.2. Schemat mało-sygnałowy

Układ mało-sygnałowy rozpatrujemy przy zwartych źródłach napięcia stałego oraz rozwartych źródłach prądu stałego! Parametry układu:



Rysunek 2: Schemat mało-sygnałowy, tranzystora NPN

$$g_m = \frac{I_C}{U_T} \quad r_d = \frac{\beta}{g_m} \quad (4)$$

$$r_{CE} = \frac{U_A}{I_C}$$

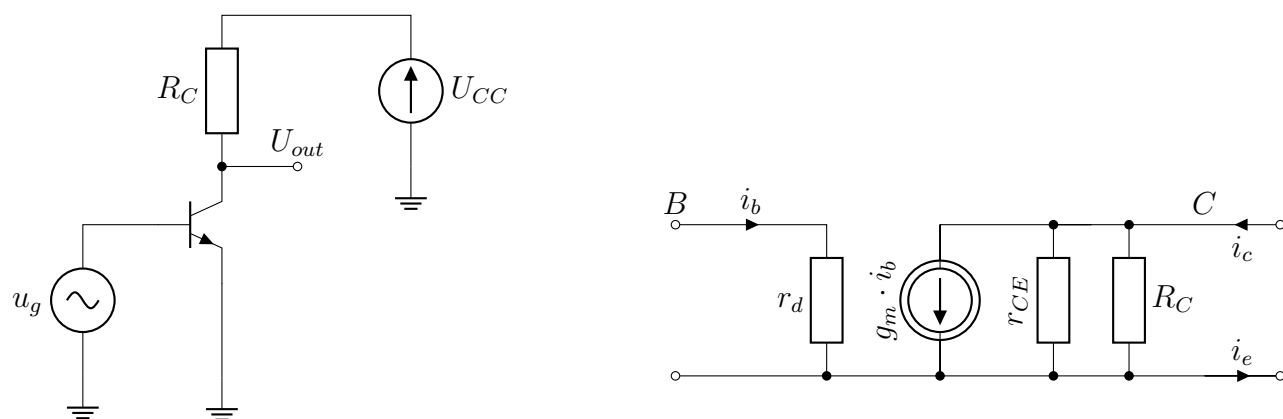
Wzmocnienie napięciowe tranzystory:

$$k_u = \frac{dU_o}{dU_i} = -g_m \cdot r_{CE} \quad (5)$$

Wzmocnienie prądowe:

$$k_i = \beta \quad (6)$$

1.3. Układ ze wspólnym emiterem (OE)



Rysunek 3: Schemat wzmacniacza OE i model mało-sygnałowy

$$k_u = -g_m \cdot (R_C || r_{CE}) \approx -g_m \cdot R_C = \frac{I_C \cdot R_C}{U_T} \quad (7)$$

$$k_{u_{max}} = -g_m \cdot r_{CE} \quad (8)$$