

Tranzystor

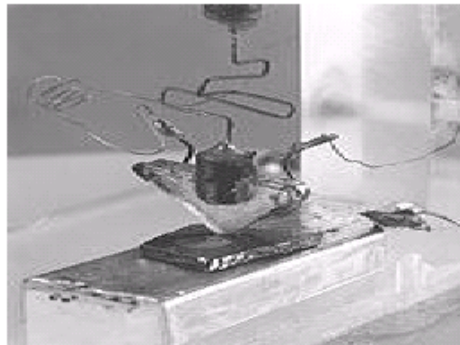
Trójkońcówkowy półprzewodnikowy element elektroniczny, posiadający zdolność *wzmacniania* sygnału elektrycznego. Nazwa *tranzystor* pochodzi z angielskiego zwrotu „**TRAN**sfer **reSISTOR**”, który oznacza element transformujący rezystancję.

Konstrukcja (1948): J. Bardeen W.H. Brattain.

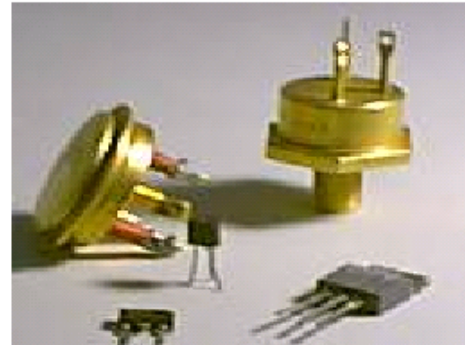
Budowa (1949): W.B. Shockley

Nobel 1956

metoda ostrzowa (1948)



konstrukcje współczesne



Klasyfikacja tranzystorów

Tranzystory bipolarne, w których prąd wyjściowy jest funkcją prądu wejściowego (sterowanie prądowe).

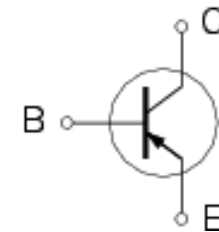
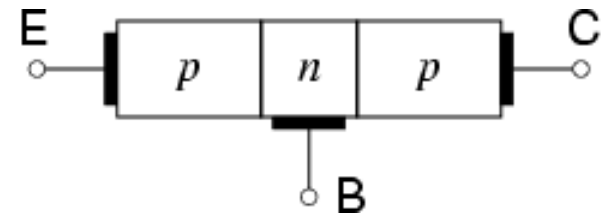
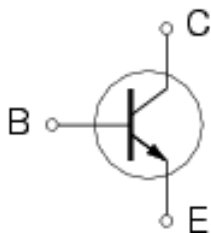
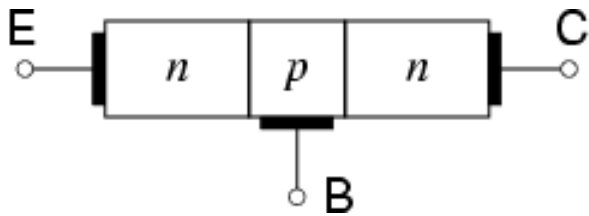
Tranzystory unipolarne (tranzystory polowe), w których prąd wyjściowy jest funkcją napięcia (sterowanie napięciowe).

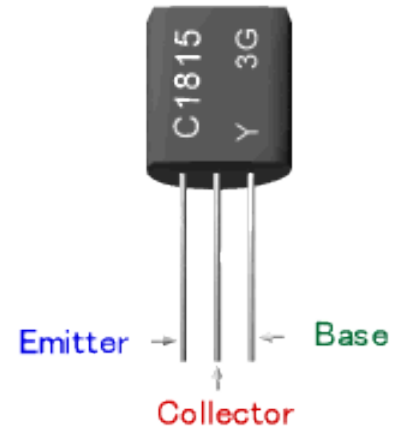
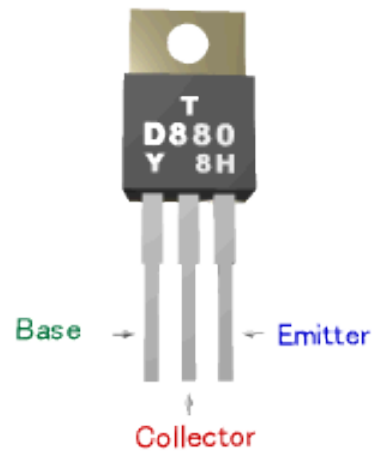
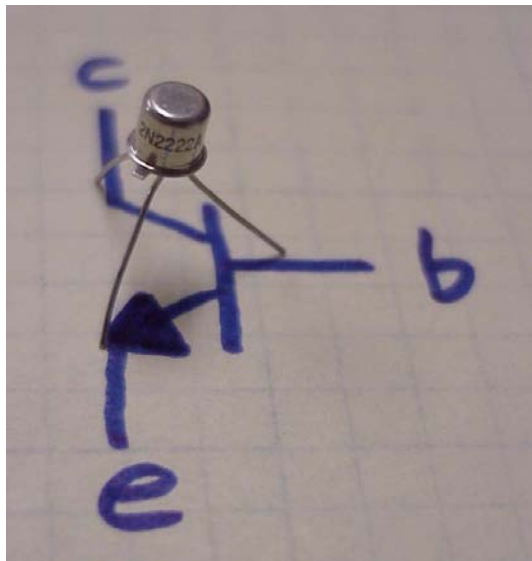
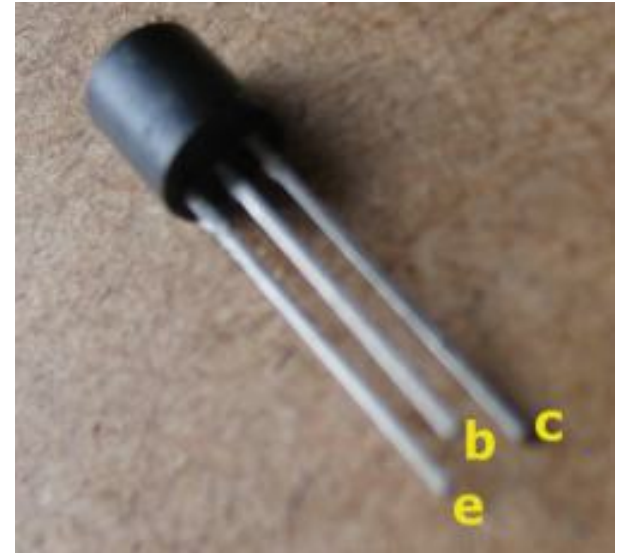
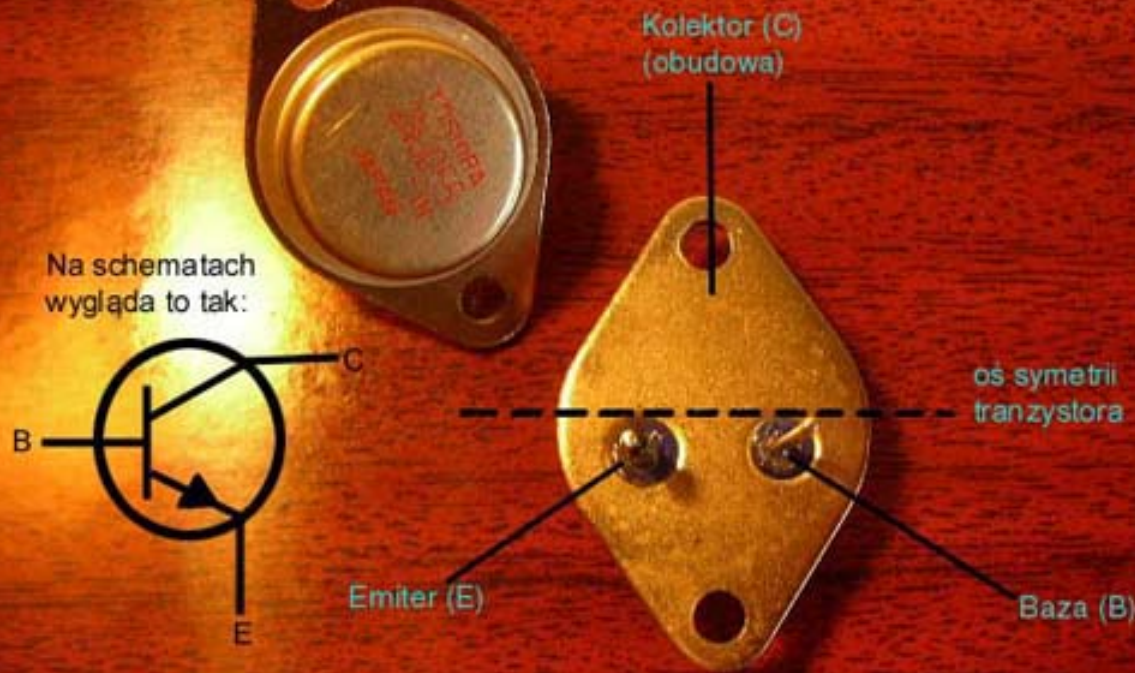
- 1. Krzemowe i germanowe**
- 2. Małej i dużej mocy**
- 3. Małej i wielkiej częstotliwości**

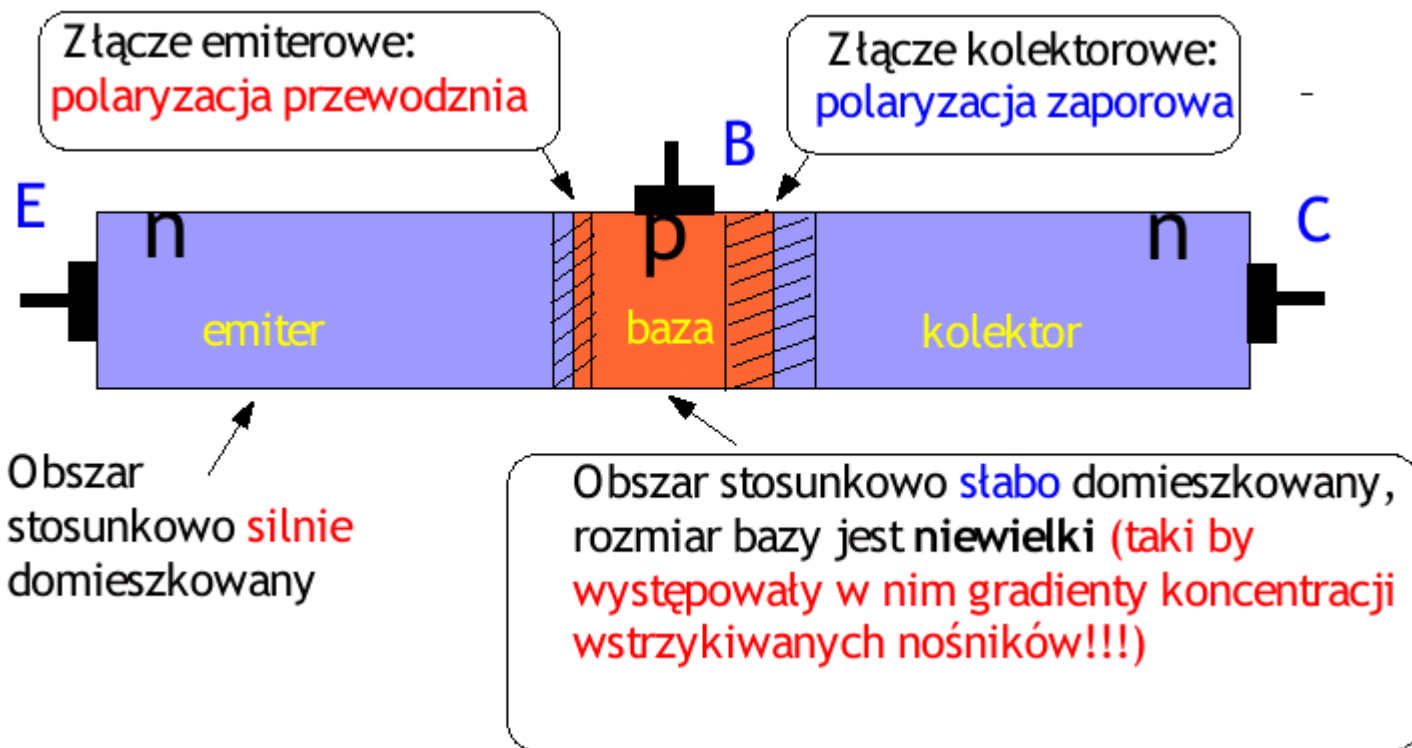
Tranzystor bipolarny

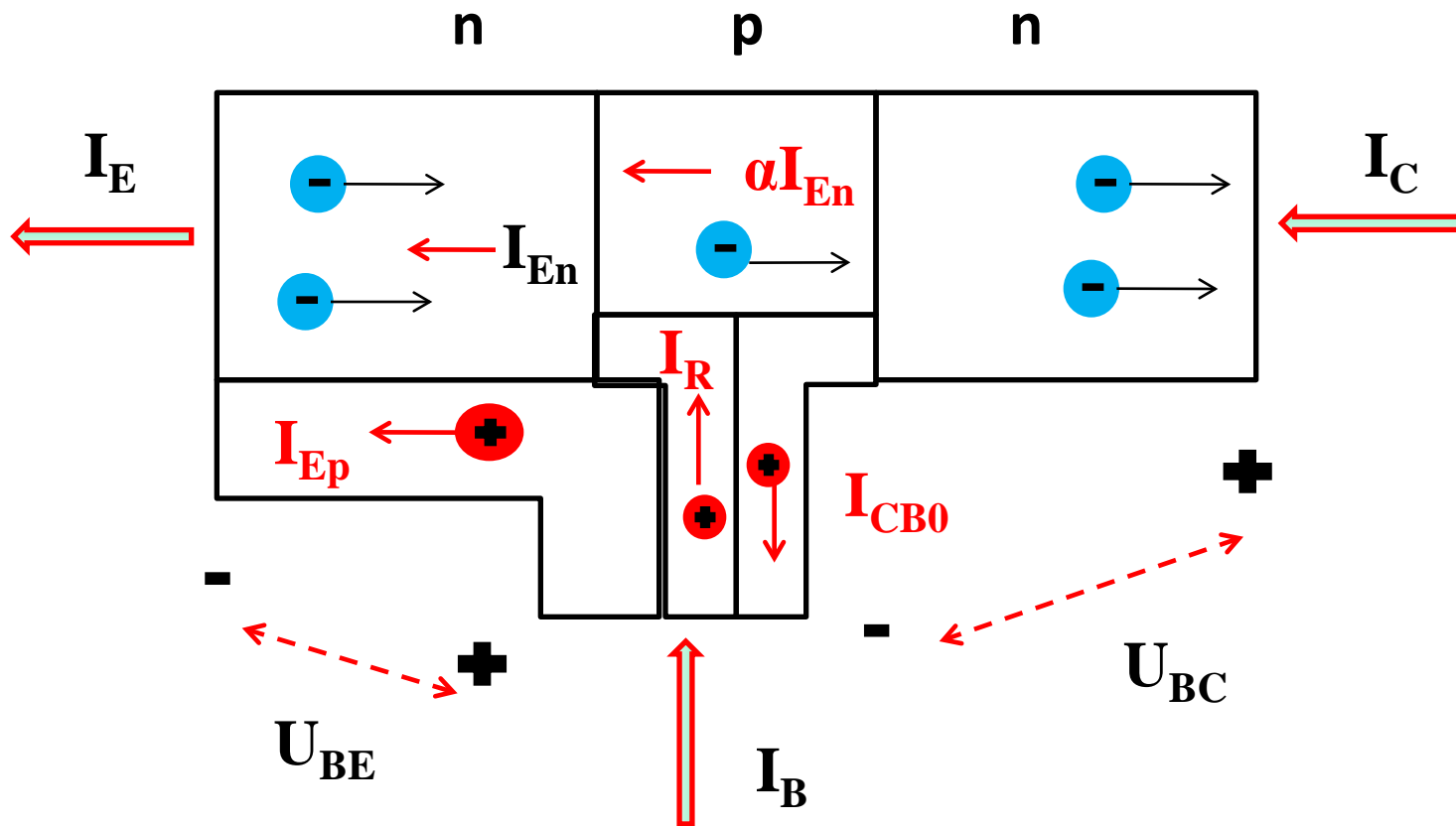
Tranzystor, który zbudowany jest z trzech warstw półprzewodników o różnym rodzaju przewodnictwa, tworzących dwa złącza PN; sposób polaryzacji złącz determinuje **stan prac** tranzystora. Tranzystor posiada trzy końcówki przyłączone do warstw półprzewodnika, nazywane:

- **emiter** (ozn. E),
- **baza** (ozn. B),
- **kolektor** (ozn. C).

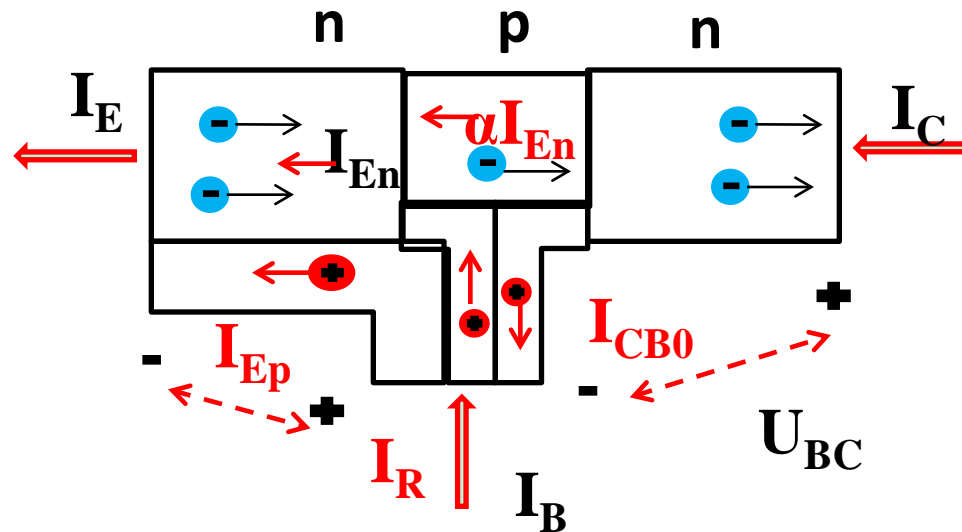








$$I_{Ep} \approx (10^{-3} - 10^{-5}) I_{En}$$

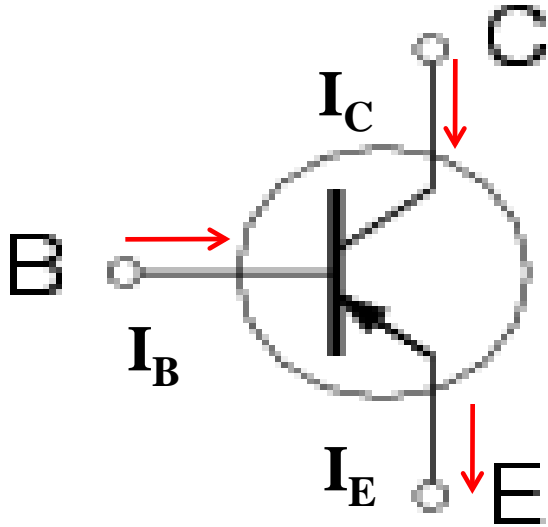


I_R - prąd rekombinacji elektronów z dziurami w obszarze bazy

αI_{En} - część prądu emitera docierająca do kolektora

$$\alpha \approx 0.95 - 0.99$$

I_{CB0} - prąd płynący przez zaporowo spolaryzowane złącze kolektor - baza



$$I_E = I_C + I_B$$

$$I_C \approx \alpha I_E + I_{CB0}$$

$$I_E \approx \alpha I_E + I_B + I_{CB0}$$

$$I_E = \frac{1}{1-\alpha} I_B + \frac{1}{1-\alpha} I_{CB0}$$

$$I_C = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + \frac{1}{1-\alpha} I_{CB0}$$

Oznaczając:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \approx \frac{1}{1-\alpha}$$

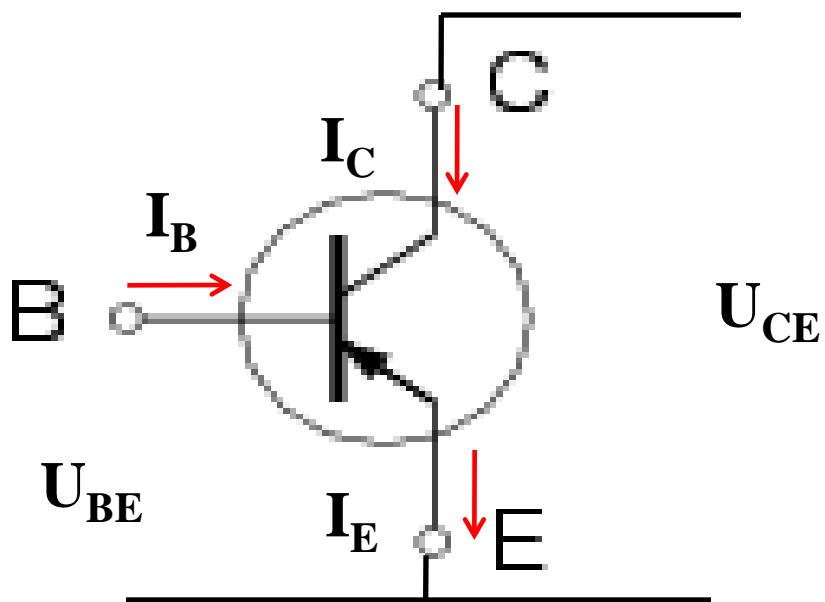
$$I_{CE0} = \frac{1}{1-\alpha} I_{CB0}$$

Otrzymujemy:

$$I_E = \beta I_B + I_{CE0}$$

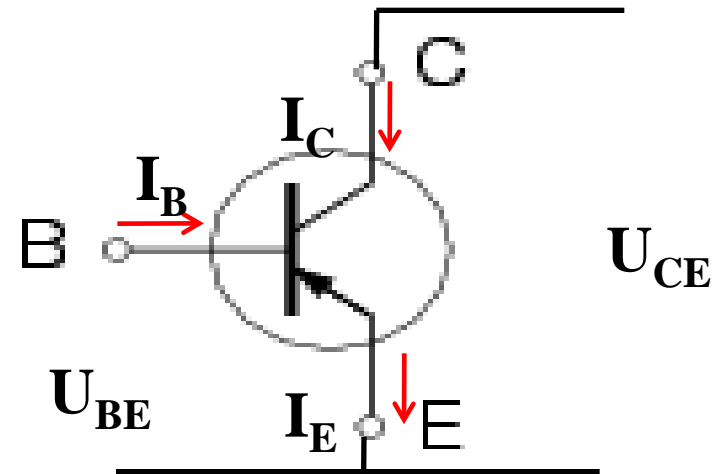
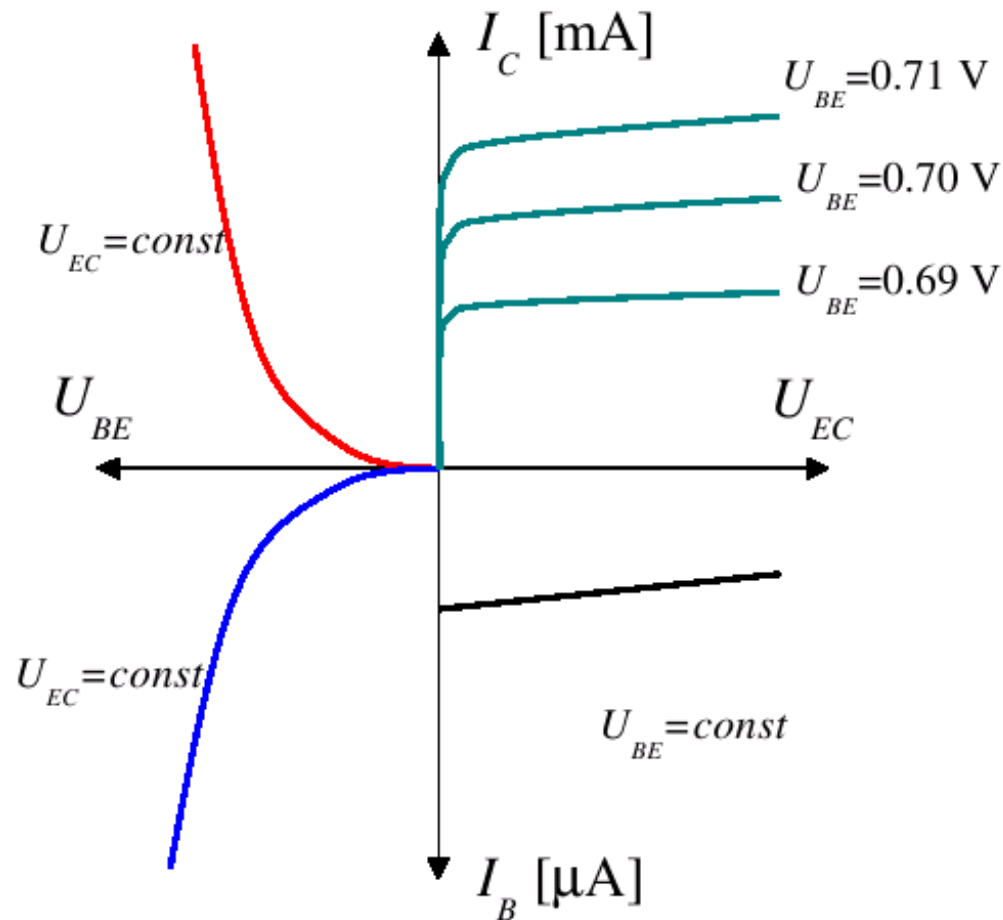
$$I_C \approx \beta I_B + I_{CE0}$$

Jeśli $\alpha \approx 1$ to wzmacnienie prądowe $\beta \gg 1$

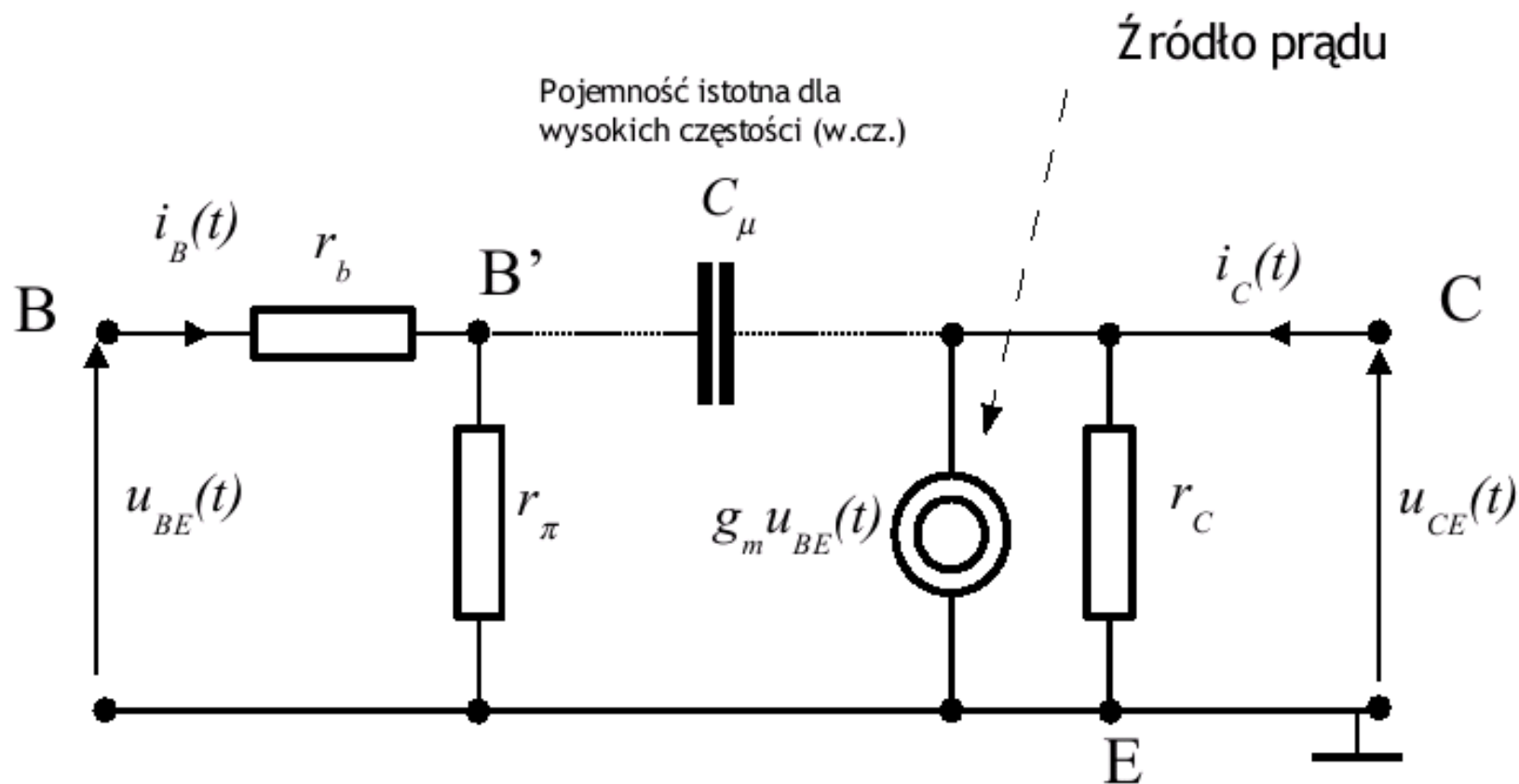


**Układ pracy o
wspólnym emiterze
OE**

Charakterystyki statyczne tranzystora npn w układzie o wspólnym emiterze

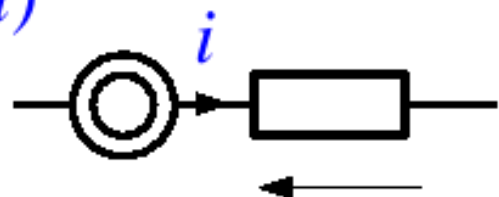


Tranzystor jako **hybryd π** – model tranzystora dla małych sygnałów



Sterowne
źródło prądu:

$$i = g u_1(t)$$

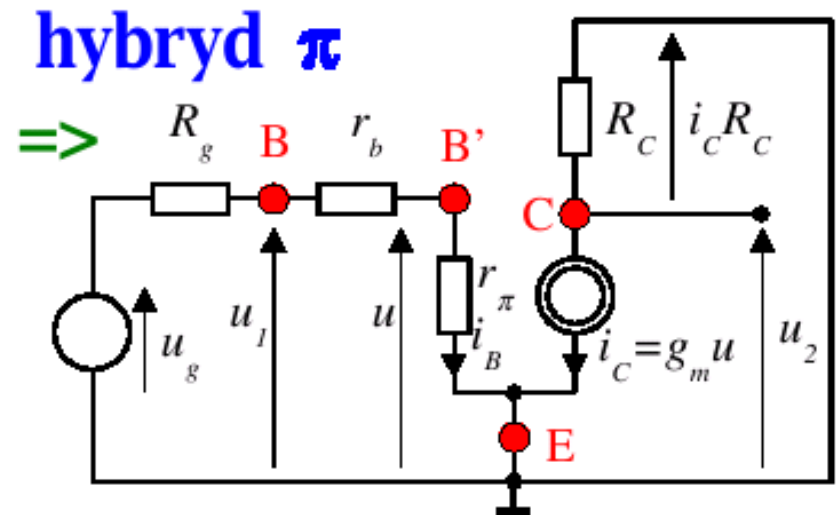
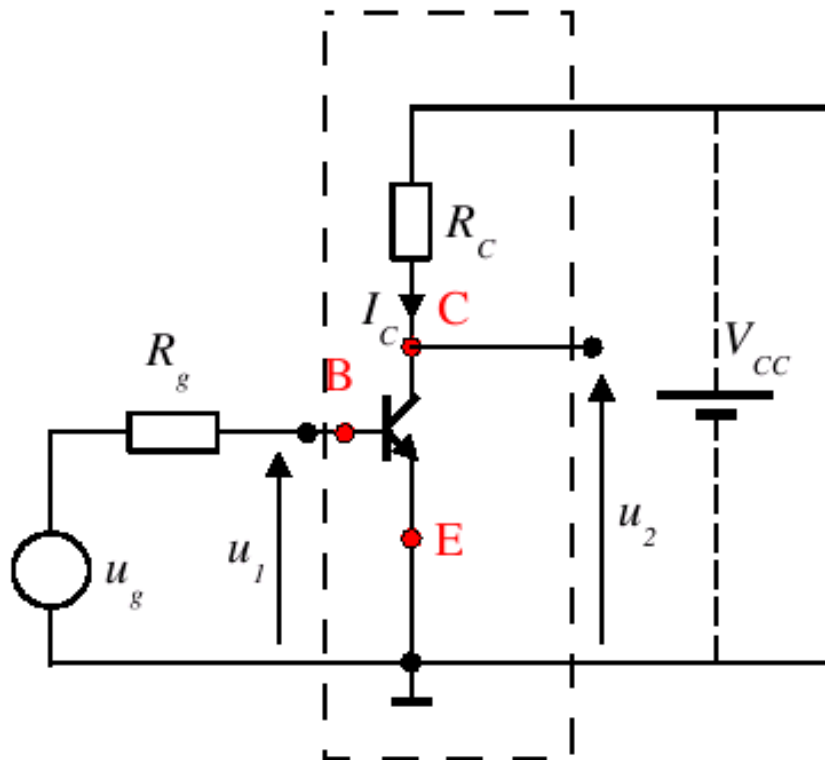


$$u_2(t) = iR = gRu_1(t)$$

Wzmocnienie napięciowe: jest
proporcjonalne do g_m i R

$$K = u_2(t)/u_1(t) = gR$$

Układ pracy o wspólnym emiterze OE



$$u = \frac{r_{\pi}}{r_{\pi} + r_b} u_1$$

$$u = \frac{r_{\pi}}{r_{\pi} + r_b + R_g} u_g$$

$$u_2 = -i_C \cdot R_C = -g_m \cdot u \cdot R_C$$

$$K_I = \frac{i_C}{i_B} = \beta = \frac{g_m}{r_{\pi}} \quad \leftarrow \text{Wzmocnienie prądowe}$$

$$K_U = \frac{u_2}{u_1} = \frac{-g_m \cdot r_{\pi} \cdot R_C}{r_{\pi} + r_b} = \frac{-\beta \cdot R_C}{r_{\pi} + r_b} \quad \leftarrow \text{Wzmocnienie napięciowe}$$

(R_C ograniczone bo funkcja przenoszenia)

$$\frac{u_2}{u_g} = \frac{-g_m \cdot r_{\pi} \cdot R_C}{r_{\pi} + r_b + R_g} = \frac{-\beta \cdot R_C}{r_{\pi} + r_b + R_g} \quad \leftarrow \text{Rola oporu wewnętrznego}$$

źródła sygnał

