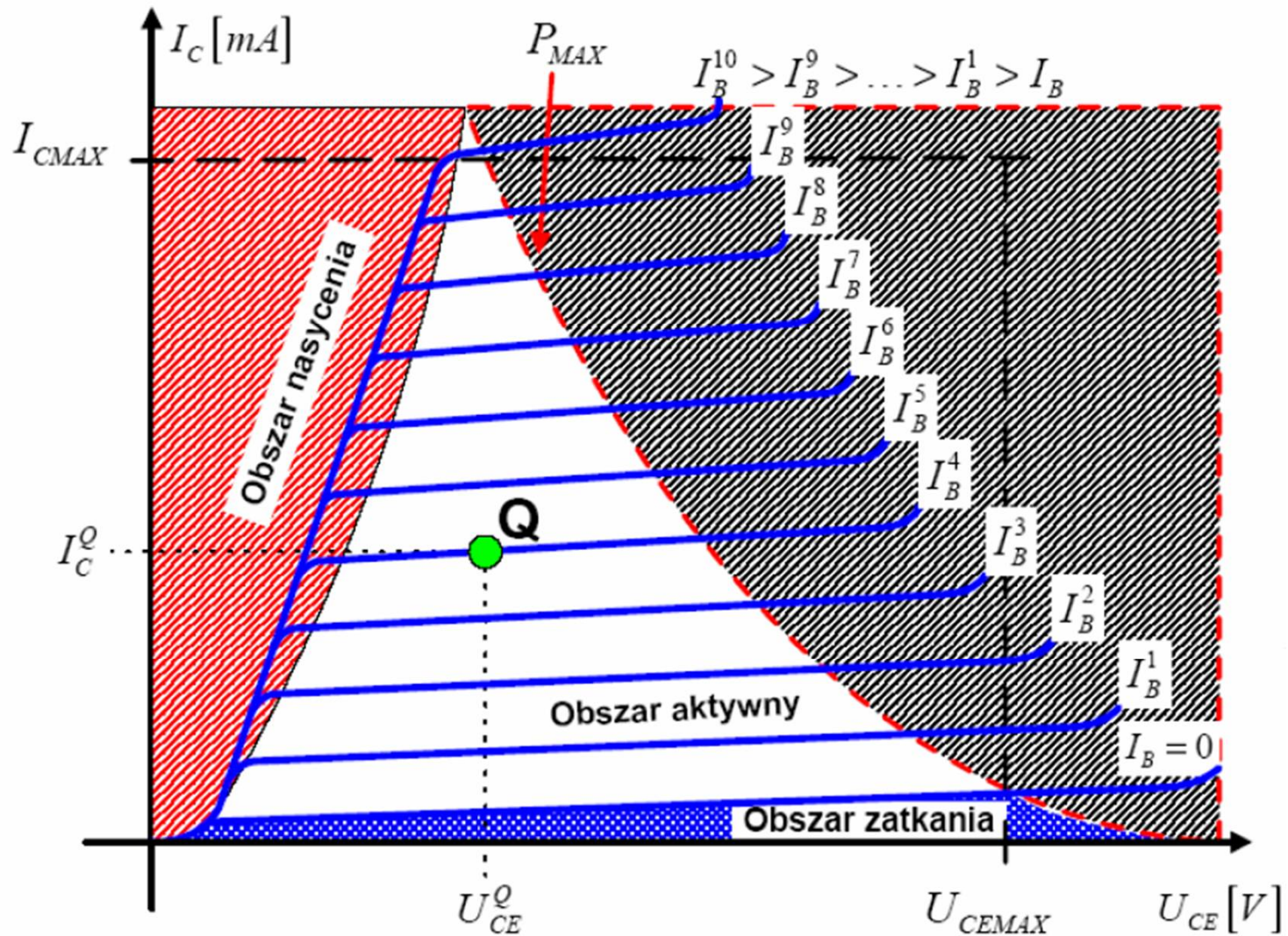


# Wzmacniacze tranzystorowe – zagadnienia wybrane

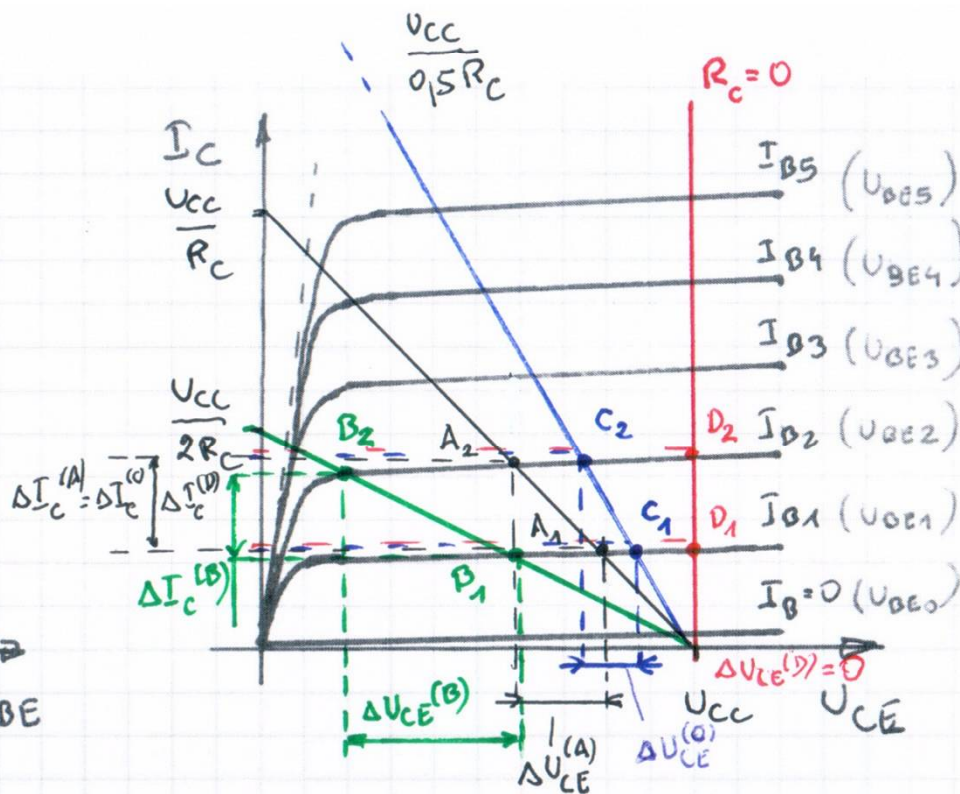
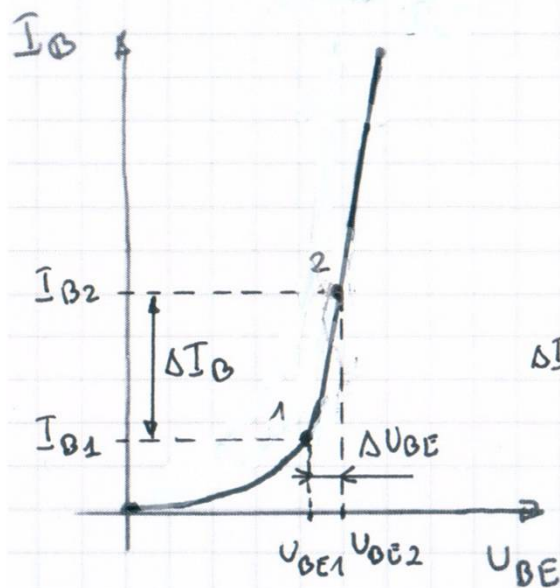
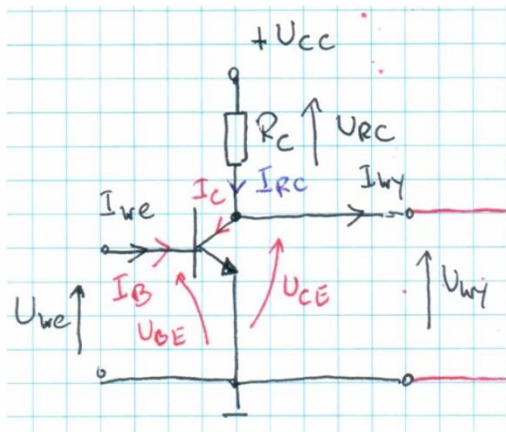
# Wzmacniacze tranzystorowe

## Parametry graniczne tranzystora



# Wzmacniacze tranzystorowe

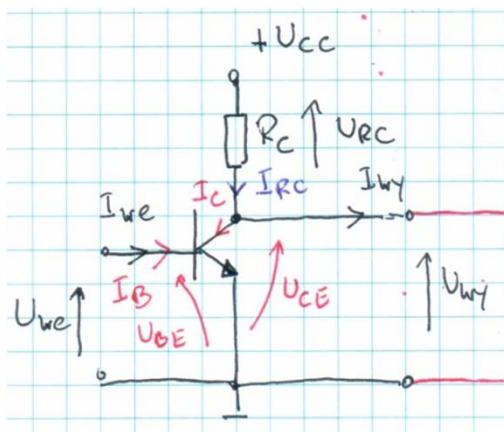
## ilustracja działania wzmacniacza WE na charakterystykach



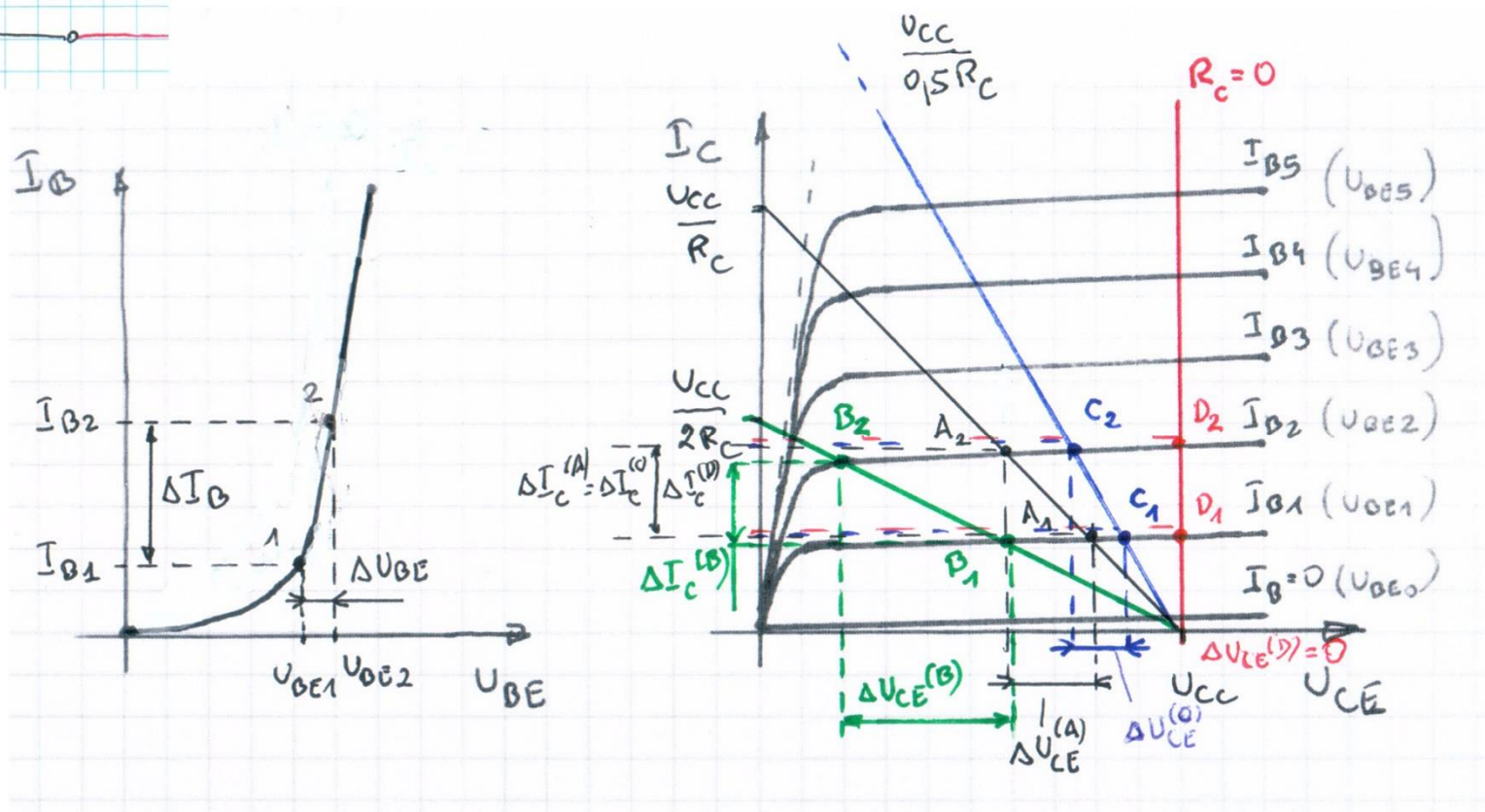


# Wzmacniacze tranzystorowe

## ilustracja działania wzmacniacza WE na charakterystykach

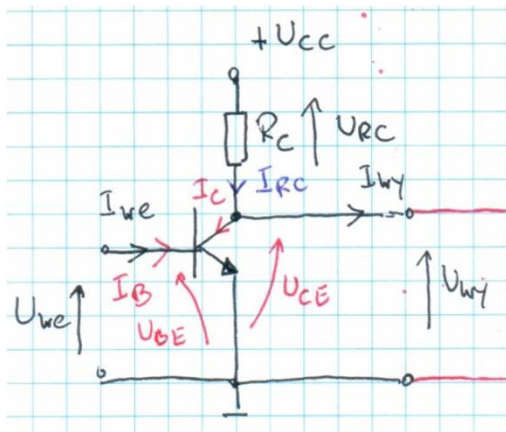


$$K_{V0} = -g_m (R_c \parallel r_{CE}) \approx -g_m \cdot R_c$$



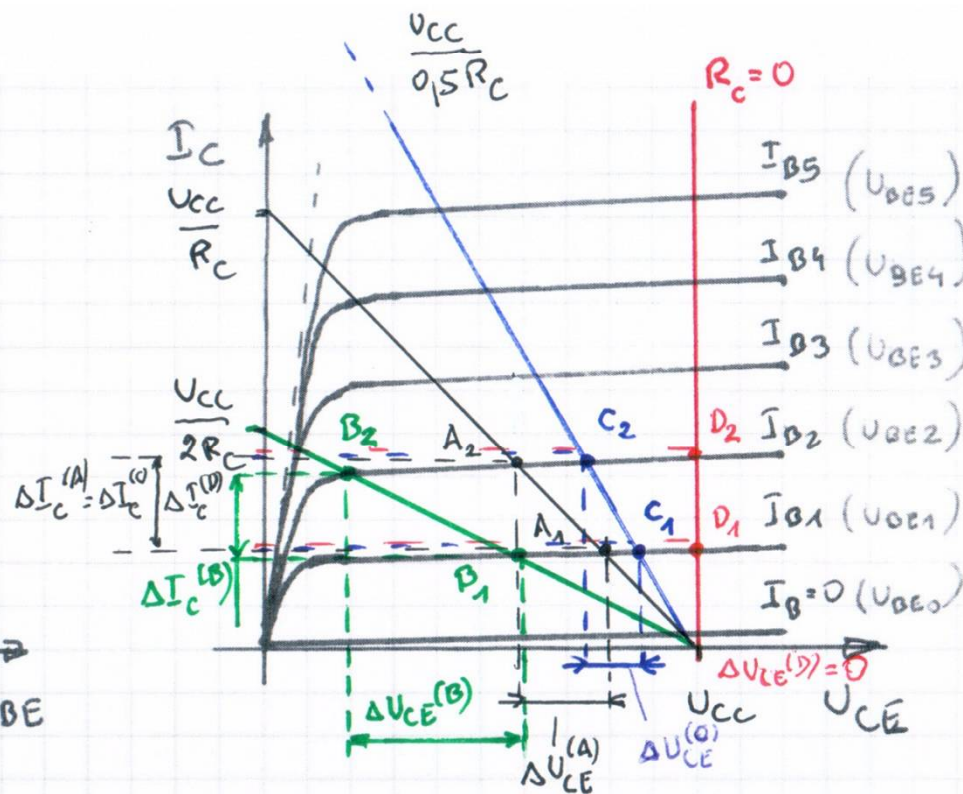
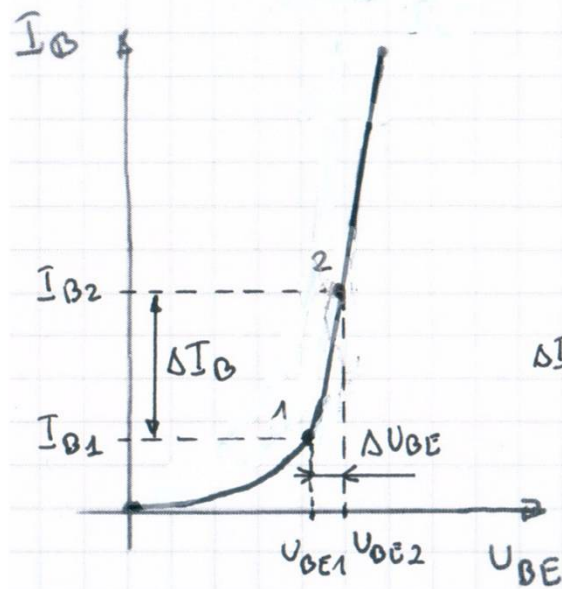
# Wzmacniacze tranzystorowe

## ilustracja działania wzmacniacza WE na charakterystykach



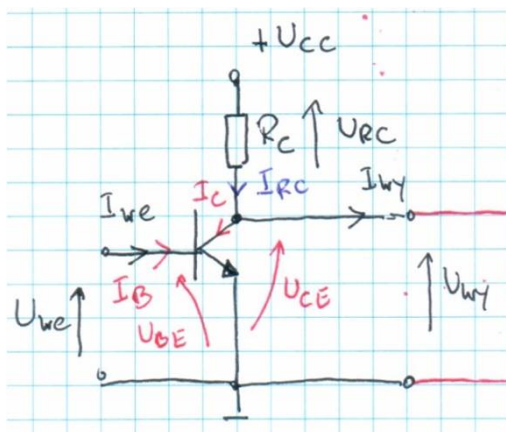
$$K_{V_0} = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_{BE}}$$

$$K_{V_0} = -g_m (R_C \parallel r_{CE}) \approx -g_m \cdot R_C$$



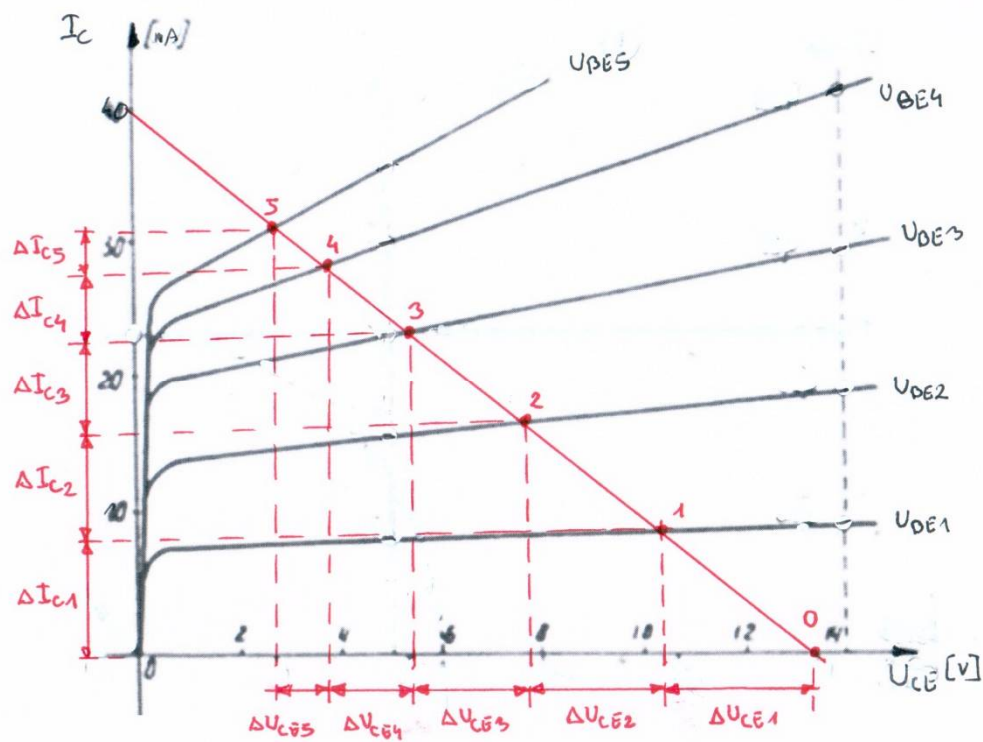
# Wzmacniacze tranzystorowe

## ilustracja działania wzmacniacza WE na charakterystykach

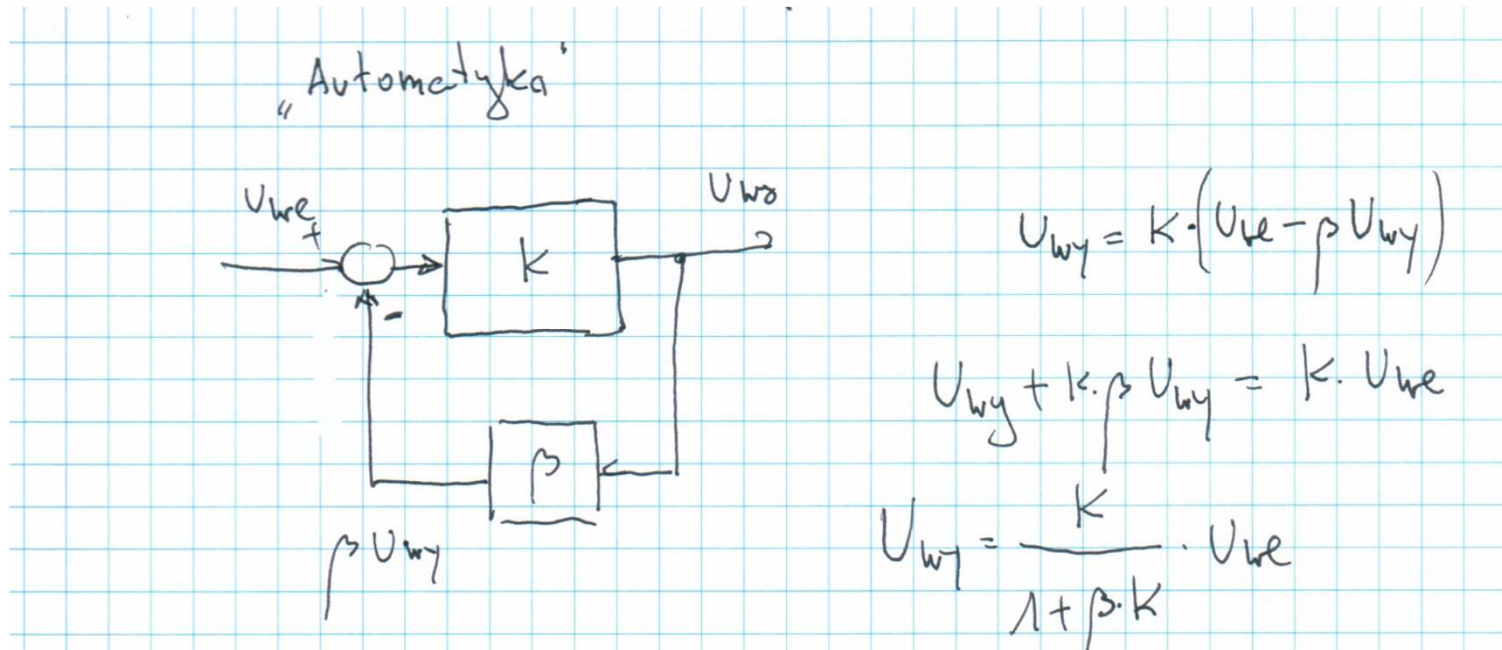


$$K_{V_0} = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_{BE}}$$

$$K_{V_0} = -g_m (R_C \parallel r_{CE}) \approx -g_m \cdot R_C$$



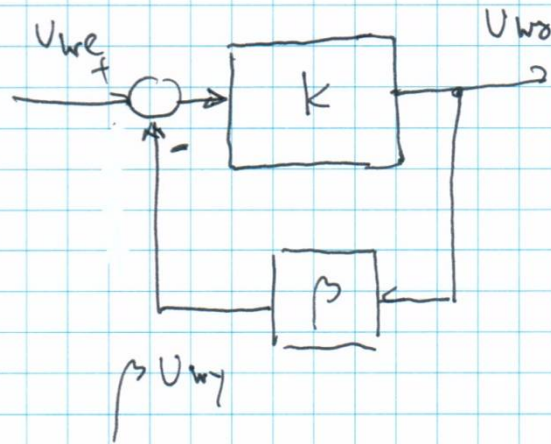
# Wzmacniacz tranzystorowy w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym





# Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym

"Automatyka"



$$U_{wy} = K \cdot (U_{we} - \beta U_{wy})$$

$$U_{wy} + K \cdot \beta U_{wy} = K \cdot U_{we}$$

$$U_{wy} = \frac{K}{1 + \beta \cdot K} \cdot U_{we}$$

$K = U_{or}$  ale  $K \gg 1$   
(zmienne z temperaturą)

$$U_{wy} = K \cdot U_{we}$$

$U_{wy}$  - zmienne

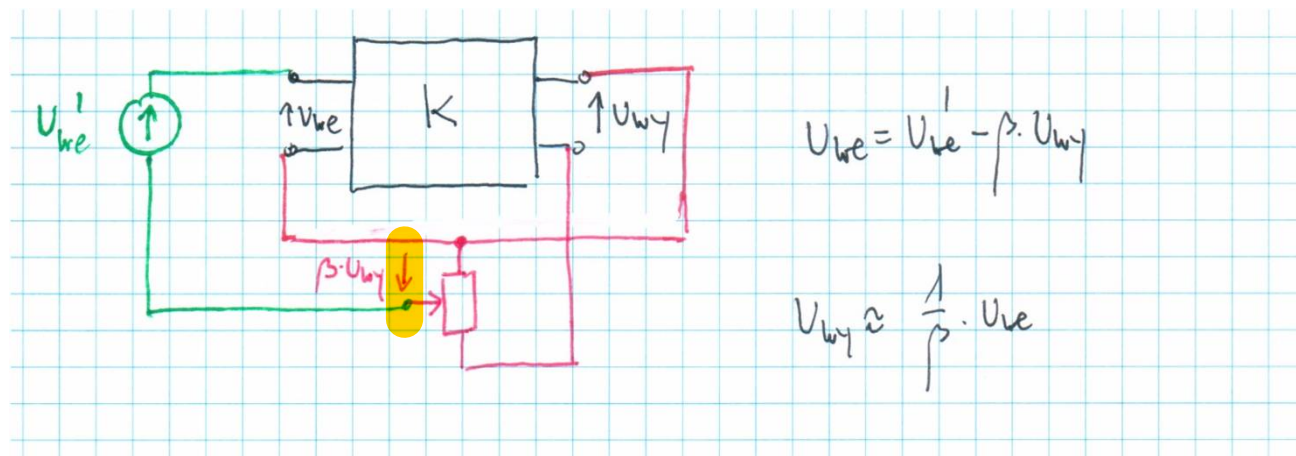
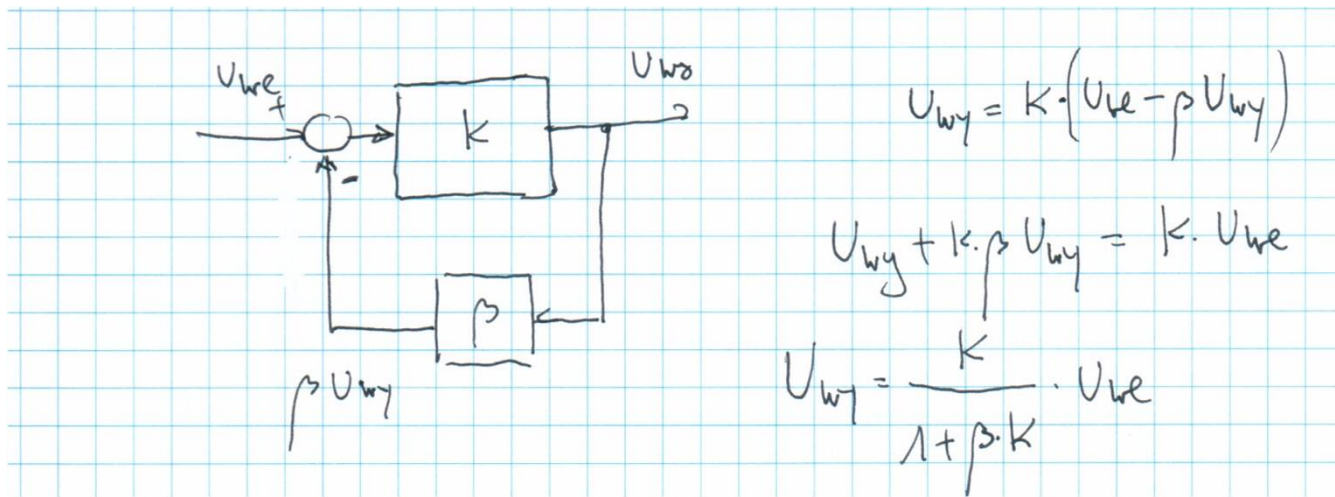
$$U_{wy} = \frac{1}{\frac{1}{K} + \beta} \cdot U_{we}$$

$$K \gg 1$$

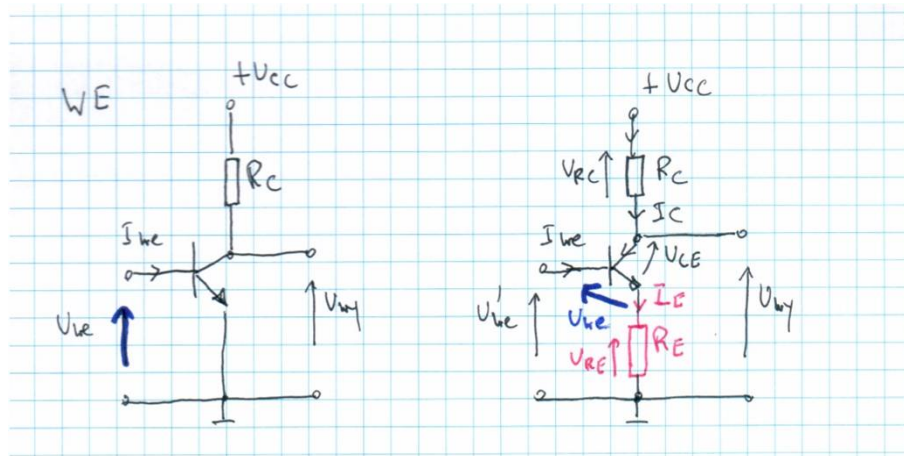
$$U_{wy} \approx \frac{1}{\beta} \cdot U_{we}$$



# Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym

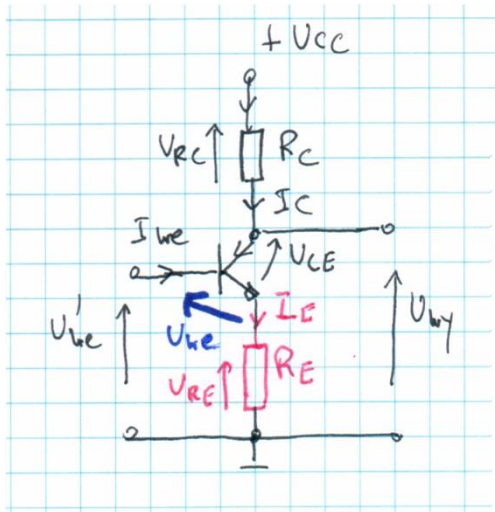


## Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym



$$U_{be} = U_{be}^I - V_{RE} = U_{be}^I - \beta \cdot U_{wy}$$
$$U_{wy} = V_{CE} + V_{RE}$$

## Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym



$$K_{V_0} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta U_{we}} \Big|_{I_{wy}=0}$$

$$U_{wy} = V_{ce} + V_{re}$$

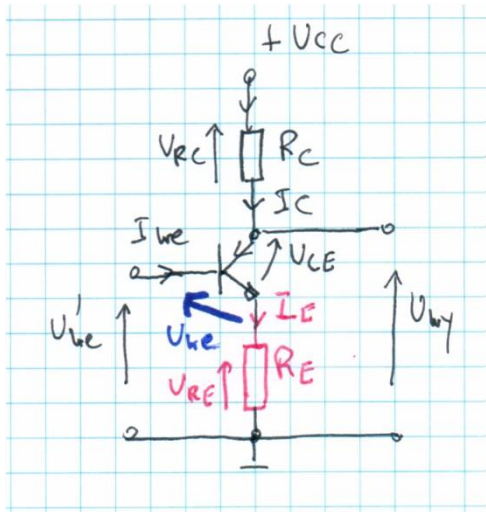
$$V_{cc} = R_c \cdot I_C + U_{wy}$$

$$\Delta V_{cc} = R_c \cdot \Delta I_C + \Delta U_{wy} = 0$$

$$\Delta U_{wy} = -R_c \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta U_{we} = \Delta V_{be} + R_E \cdot \Delta I_E \approx \Delta V_{be} + R_E \cdot \Delta I_C$$

## Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym



$$K_{U_0} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta U_{we}} \Big|_{I_{wy}=0} \quad U_{wy} = U_{CE} + U_{RE}$$

$$V_{cc} = R_C \cdot I_C + U_{wy}$$

$$\Delta V_{cc} = R_C \cdot \Delta I_C + \Delta U_{wy} = 0 \quad \Delta U_{wy} = -R_C \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta U_{we} = \Delta U_{BE} + R_E \cdot \Delta I_E \approx \Delta U_{BE} + R_E \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta I_C = g_m \cdot \Delta U_{BE} + \frac{1}{r_{CE}} \cdot \Delta U_{CE}$$

$$\Delta U_{BE} = \frac{\Delta I_C}{g_m} - \frac{1}{r_{CE} \cdot g_m} \Delta U_{CE}$$

$$\Delta U_{CE} = \Delta U_{wy} - \Delta U_{RE} = -R_C \cdot \Delta I_C - R_E \cdot \Delta I_E \approx -(R_C + R_E) \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta U_{BE} = \frac{\Delta I_C}{g_m} + \frac{R_C + R_E}{r_{CE} \cdot g_m} \cdot \Delta I_C$$



## Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym

$$K_{V_0} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta U_{we}} \Big|_{I_{wy}=0} \quad U_{wy} = U_{CE} + U_{RE}$$

$$U_{CC} = R_C \cdot I_C + U_{wy}$$

$$\Delta U_{CC} = R_C \Delta I_C + \Delta U_{wy} = 0 \quad \Delta U_{wy} = -R_C \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta U_{we} = \Delta U_{BE} + R_E \cdot \Delta I_E \approx \Delta U_{BE} + R_E \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta I_C = g_m \cdot \Delta U_{BE} + \frac{1}{r_{CE}} \cdot \Delta U_{CE}$$

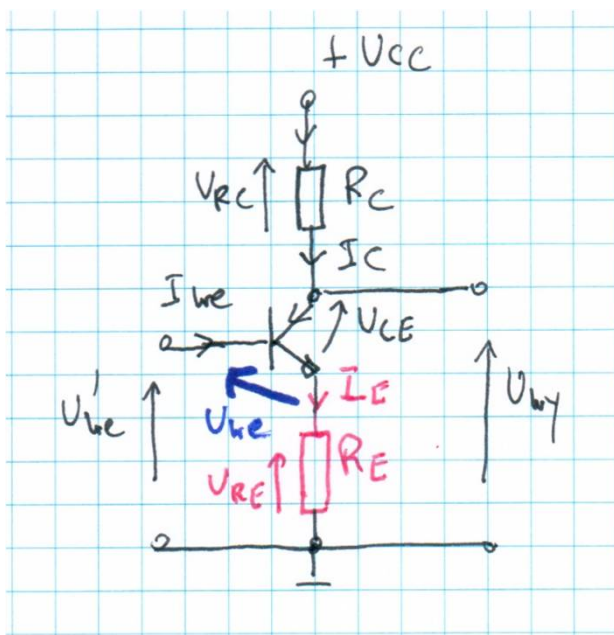
$$\Delta U_{BE} = \frac{\Delta I_C}{g_m} - \frac{1}{r_{CE} \cdot g_m} \Delta U_{CE}$$

$$\Delta U_{CE} = \Delta U_{wy} - \Delta U_{RE} = -R_C \cdot \Delta I_C - R_E \cdot \Delta I_C \approx -(R_C + R_E) \cdot \Delta I_C$$

$$\Delta U_{BE} = \frac{\Delta I_C}{g_m} + \frac{R_C + R_E}{r_{CE} \cdot g_m} \cdot \Delta I_C$$

$$K_{V_0} = \frac{-R_C \cdot \Delta I_C}{\Delta I_C \left( \frac{1}{g_m} + \frac{R_C + R_E}{r_{CE} \cdot g_m} + R_E \right)}$$

# Wzmacniacz tranzystorowe w układzie WE z ujemnym sprzężeniem zwrotnym



$$k_{V_0} = \frac{-R_c \cdot \Delta I_c}{\Delta I_c \left( \frac{1}{g_m} + \frac{R_c + R_E}{r_{CE} \cdot g_m} + R_E \right)}$$

typowe wartości  $g_m \approx 1$   $r_{CE} \approx 100k\Omega$   $R_c \approx 1k\Omega$   $R_E \approx 100\Omega$

$$k_{V_0} \approx \frac{-R_c \cdot \Delta I_c}{R_E \cdot \Delta I_c} \approx -\frac{R_c}{R_E}$$

$$R_E \gg \frac{R_c + R_E}{r_{CE} \cdot g_m} \quad R_E \gg \frac{1}{g_m}$$

$$k_{V_0} \approx \frac{-R_c \cdot \Delta I_c}{R_E \cdot \Delta I_c} \approx -\frac{R_c}{R_E}$$