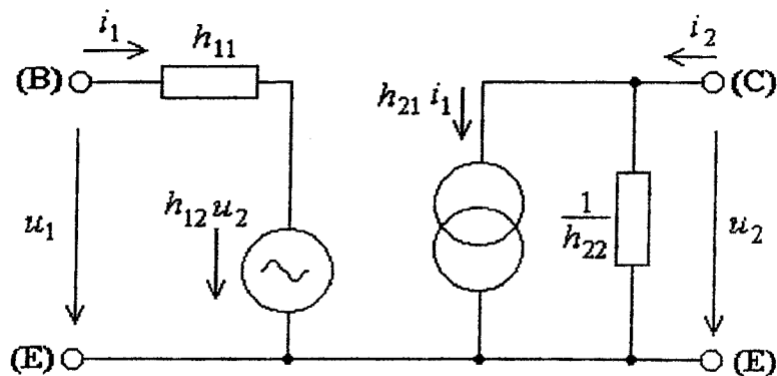


06. 10. 2019

Transistor als Verstärker (Teil 1)

- 1.) Kennzeichnung von Spannungen und Strömen am Bipolartransistor
(Wechselstrom-Ersatzschaltbild)



- 2.) Vierpolparameter (dynamische Kenndaten) und Vierpolgleichungen

$$h_{11} = r_{BE} = \left. \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} \right|_{U_{CE}=\text{const}}$$

$$h_{11} = r_{BE} = \left. \frac{u_1}{i_1} \right|_{u_2=0}$$

Kurzschluss-Eingangswiderstand

$$h_{12} = \left. \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta U_{CE}} \right|_{I_B=\text{const}}$$

$$h_{12} = \left. \frac{u_1}{u_2} \right|_{i_1=0}$$

Leerlauf-Spannungsrückwirkung

$$h_{21} = \beta = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right|_{U_{CE}=\text{const}}$$

$$h_{21} = \beta = \left. \frac{i_2}{i_1} \right|_{u_2=0}$$

Kurzschluss-Stromverstärkung

$$h_{22} = \frac{1}{r_{CE}} = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}} \right|_{I_B=\text{const}}$$

$$h_{22} = \frac{1}{r_{CE}} = \left. \frac{i_2}{u_2} \right|_{i_1=0}$$

Leerlauf-Ausgangsleitwert

Eingangsgleichung:

$$u_1 = h_{11} \cdot i_1 + h_{12} \cdot u_2$$

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

Ausgangsgleichung:

$$i_2 = h_{21} \cdot i_1 + h_{22} \cdot u_2$$

3.) Verstärker-Kenngrößen

Kenngrösse	Definition	Berechnung
Eingangswiderstand	$r_{ein} = r_e = r_1 = \frac{u_1}{i_1}$	$r_1 = \frac{h_{11} + \Delta h \cdot R_L}{1 + h_{22} \cdot R_L}$
Spannungsverstärkung	$V_u = \frac{u_2}{u_1}$	$V_u = \frac{-h_{21} \cdot R_L}{h_{11} + \Delta h \cdot R_L}$
Stromverstärkung	$V_i = \frac{i_2}{i_1}$	$V_i = \frac{h_{21}}{1 + h_{22} \cdot R_L}$
Leistungsverstärkung	$V_p = \frac{p_2}{p_1}$	$V_p = V_u \cdot V_i$
Ausgangswiderstand	$r_{aus} = r_a = r_2 = \frac{u_2}{i_2}$	$r_2 = \frac{h_{11} + R_G}{\Delta h + h_{22} \cdot R_G}$
$\Delta h = h_{11} \cdot h_{22} - h_{12} \cdot h_{21}$		

4.) Näherungsweise Berechnung der Verstärker-Kenngrößen

Kenngrösse	Emitterschaltung ($h_{12E} \approx 0$)	Kollektorschaltung ($h_{12C} \approx 1$); ($\Delta h_C \approx -h_{21C}$)
Eingangswiderstand	$r_1 = h_{11E}$	$r_1 = -h_{21} \cdot R_L$
Spannungsverstärkung	$V_u = \frac{-h_{21E} \cdot R_L}{h_{11E} \cdot (1 + h_{22E} \cdot R_L)}$	$V_u = 1$
Stromverstärkung	$V_i = \frac{h_{21E}}{1 + h_{22E} \cdot R_L}$	$V_i = h_{21C}$
Ausgangswiderstand	$r_2 = \frac{1}{h_{22E}}$	$r_2 = -\frac{R_G}{h_{21C}}$