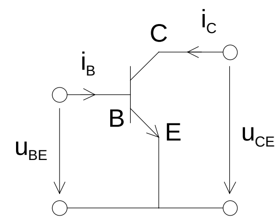
Ersatznetzwerke für bipolare Transistoren

von Gerald Meier



1 h-Parameter Ersatznetzwerk

Die Darstellung des Transistors durch ein h-Parameter Ersatznetzwerk ist zu empfehlen, wenn der Transistor durch die folgenden Funktionen beschrieben ist beschrieben ist.

$$U_{BE} = f\left(I_B, U_{CE}\right)$$
$$I_C = g\left(I_B, U_{CE}\right)$$

Man führt Kleinsignalen ein

$$I_B(t) = I_B^{(0)} + i_B(t) \qquad I_C(t) = I_C^{(0)} + i_C(t)$$
$$U_{CE}(t) = U_{CE}^{(0)} + i_{CE}(t) \qquad U_{BE}(t) = U_{BE}^{(0)} + i_{BE}(t)$$

und linearisiert das Transistorverhalten im Arbeitspunkt.

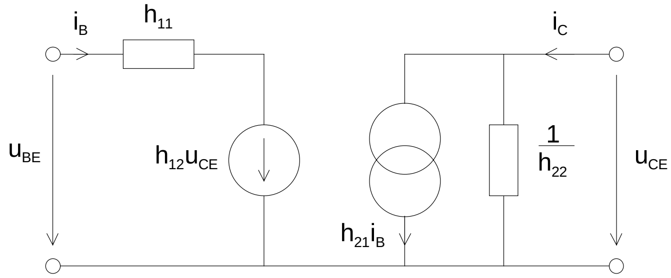
$$U_{BE}(t) = U_{BE}^{(0)} + u_{BE}(t) = f\left(I_B^{(0)}, U_{CE}^{(0)}\right) + \left.\frac{df}{dI_B}\right|_{(0)} i_B + \left.\frac{df}{dU_{CE}}\right|_{(0)} u_{CE}$$
$$I_C(t) = I_C^{(0)} + i_C(t) = g\left(I_B^{(0)}, U_{CE}^{(0)}\right) + \left.\frac{dg}{dI_B}\right|_{(0)} i_B + \left.\frac{dg}{dU_{CE}}\right|_{(0)} u_{CE}$$

Damit kommt man zur Hybriddarstellung des Transistors

$$u_{BE} = h_{11} i_B + h_{12} u_{CE}$$
$$i_C = h_{21} i_B + h_{22} u_{CE}$$

wobei sich die h-Parameter berechnen als

$$h_{11} = \left.\frac{dU_{BE}}{dI_B}\right|_{(0)} = \left.\frac{df}{dI_B}\right|_{(0)} \qquad h_{12} = \left.\frac{dU_{BE}}{dU_{CE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{df}{dU_{CE}}\right|_{(0)}$$
$$h_{21} = \left.\frac{dI_C}{dI_B}\right|_{(0)} = \left.\frac{dg}{dI_B}\right|_{(0)} \qquad h_{22} = \left.\frac{dI_C}{dU_{CE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{dg}{dU_{CE}}\right|_{(0)}$$



2 Y-Parameter Ersatznetzwerk

Wird das Verhalten des Transistors durch Funktionen folgender Form beschrieben, dann empfielt sich die Darstellung in einem y-Parameter Ersatznetzwerk.

$$I_B = f(U_{BE}, U_{CE})$$
$$I_C = g(U_{BE}, U_{CE})$$

Für die Größen werden wiederum Kleinsignale eingeführt

$$I_B(t) = I_B^{(0)} + i_B(t) \qquad I_C(t) = I_C^{(0)} + i_C(t)$$
$$U_{CE}(t) = U_{CE}^{(0)} + i_{CE}(t) \qquad U_{BE}(t) = U_{BE}^{(0)} + i_{BE}(t)$$

so, daß man schreiben kann

$$I_B(t) = I_B^{(0)} + i_B(t) = f\left(U_{BE}^{(0)}, U_{CE}^{(0)}\right) + \left.\frac{df}{dU_{BE}}\right|_{(0)} u_{BE} + \left.\frac{df}{dU_{CE}}\right|_{(0)} u_{CE}$$
$$I_C(t) = I_C^{(0)} + i_C(t) = g\left(U_{BE}^{(0)}, U_{CE}^{(0)}\right) + \left.\frac{dg}{dU_{BE}}\right|_{(0)} u_{BE} + \left.\frac{dg}{dU_{CE}}\right|_{(0)} u_{CE}$$

Damit kommt man zu der folgenden Darstellung des Transistors.

$$i_B = y_{11}u_{BE} + y_{12}u_{CE}$$
$$i_C = y_{21}u_{BE} + y_{22}u_{CE}$$

Die y-Parameter werden durch die entsprechenden Ableitungen berechnet.

$$y_{11} = \left.\frac{dI_B}{dU_{BE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{df}{dU_{BE}}\right|_{(0)} \qquad y_{12} = \left.\frac{dI_B}{dU_{CE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{df}{dU_{CE}}\right|_{(0)}$$
$$y_{21} = \left.\frac{dI_C}{dU_{BE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{dg}{dU_{BE}}\right|_{(0)} \qquad y_{22} = \left.\frac{dI_C}{dU_{CE}}\right|_{(0)} = \left.\frac{dg}{dU_{CE}}\right|_{(0)}$$