

Beispiel:

Der Transistor BFR91A soll im Temperaturbereich von $T_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$ bis $T_{\max} = 70^{\circ}\text{C}$ bei einem Emittterstrom von $I_{ET\min} = 5.5\text{mA}$ bis $I_{ET\max} = 6.5\text{mA}$ eingesetzt werden. Die Versorgungsspannung ist mit $U_B = 10\text{V}$ vorgegeben. Der Bootstrap-Widerstand R_S wird nicht benötigt.

Es handelt sich um einen Silizium-Transistor. Bei diesen gilt $\frac{\Delta U_{BE}}{\Delta T} = -\frac{2.2\text{mV}}{^{\circ}\text{C}} = -\frac{2.2\text{mV}}{^{\circ}\text{K}}$.

R_S wird durch einen Kurzschluss (0Ω) ersetzt.

Aus den Datenblättern erhält man bei der Messtemperatur $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$ die Werte für $U_{BE\min} = 0.6\text{V}$, $U_{BE\max} = 0.65\text{V}$ und $B_{\min} = 40$ und $B_{\max} = 90$. Die Gleichungen für U_{BE} liefern

$$U_{BE\min} = U_{BE\max} + \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta T} * (T_{\min} - T_0) = 0.65\text{V} - 0.0022\text{V} * (-20 - 20) = 0.738\text{V}$$

$$U_{BE\max} = U_{BE\min} + \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta T} * (T_{\max} - T_0) = 0.60\text{V} - 0.0022\text{V} * (+70 - 20) = 0.490\text{V}$$

und aus den Formeln für Stromverstärkung erhält man

$$B_{T\max} = B_{\max} * 1.01^{\frac{(T_{\max} - T_0)}{1\text{K}}} = 90 * 1.01^{(+70 - 20)} = 148.0$$

$$B_{T\min} = B_{\min} * 1.01^{\frac{(T_{\min} - T_0)}{1\text{K}}} = 40 * 1.01^{(-20 - 20)} = 26.87$$

$$R_E \text{ muss größer als } \frac{U_{BE\min} - U_{BE\max}}{I_{ET\max} - I_{ET\min}} = \frac{0.738 - 0.490}{6.5 - 5.5} \text{ k}\Omega = 248\Omega \text{ sein.}$$

Wählt man $R_E = 470\Omega$, wird

$$R_i = \frac{U_{BE\max} - U_{BE\min} + (I_{ET\max} - I_{ET\min}) * R_E}{\frac{I_{ET\min}}{B_{T\min} + 1} - \frac{I_{ET\max}}{B_{T\max} + 1}} = \frac{0.490\text{V} - 0.738\text{V} + (6.5 - 5.5)\text{mA} * 470\Omega}{\frac{5.5\text{mA}}{26.87 + 1} - \frac{6.5\text{mA}}{148 + 1}} = 1.444\text{k}\Omega$$

$$U_H = U_{BE\min} + I_{ET\min} * \left(\frac{R_i}{B_{T\min} + 1} + R_E \right) = 0.738\text{V} + 5.5\text{mA} * \left(\frac{1444}{148 + 1} + 470 \right) \Omega = 3.608\text{V}.$$

Die Widerstände für den Basisspannungsteiler sind

$$R_1 = \frac{U_B}{U_H} * (R_i - R_S) = \frac{10\text{V}}{3.608\text{V}} * (1444 - 0) \Omega = 4.00\text{k}\Omega$$

mit dem nächstliegenden Normwert aus E12: $3.9\text{k}\Omega$

$$R_2 = (R_i - R_S) * \frac{U_B}{U_B - U_H} = (1444 - 0) \Omega * \frac{10\text{V}}{10\text{V} - 3.608\text{V}} = 2.26\text{k}\Omega$$

mit dem nächst liegenden Normwert aus E12: $2.2\text{k}\Omega$.

Da U_{CE} nicht vorgegeben ist, wird

$$R_C = \frac{U_B}{I_{ET\max} + I_{ET\min}} - \frac{R_E}{2} = \frac{10\text{V}}{6.5\text{mA} + 5.5\text{mA}} - \frac{470}{2} \Omega = 598\Omega$$

mit dem nächstgelegenen Normwert aus E12: 560Ω .