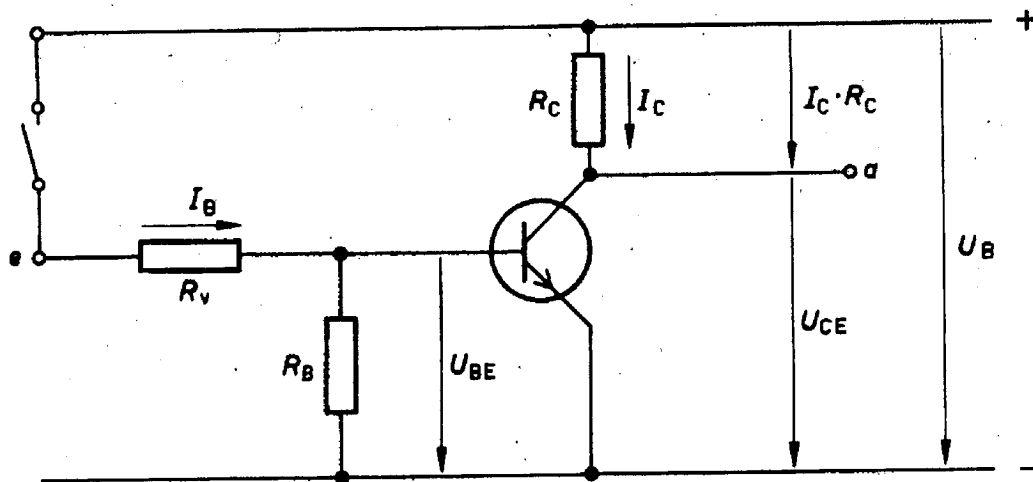


Bauelemente der Elektrotechnik

Übung: Schaltverstärker

Aufgabe: Ein einstufiger Schaltverstärker in Emitterschaltung ist zu dimensionieren.

Gegeben: Bipolar-Transistor BCY 59 A
Betriebsspannung $U_B = 12\text{ V}$
Schaltvermögen $P_a = 0,14\text{ W}$
Temperaturbereich $\theta_U = +10 \dots +50\text{ °C}$



Datenblatt des BCY 59A

NPN-Silizium-Epitaxial-Planar-Transistor für Schalter- und Verstärkeranwendungen in der Industrielektronik.

Der Transistor wird nach der Stromverstärkung in die vier Gruppen A, B, C und D eingeteilt. Metallgehäuse 18 A 3 (DIN 41876) entspricht der internationalen Norm TO-18.

Der Kollektor ist mit dem Gehäuse verbunden.

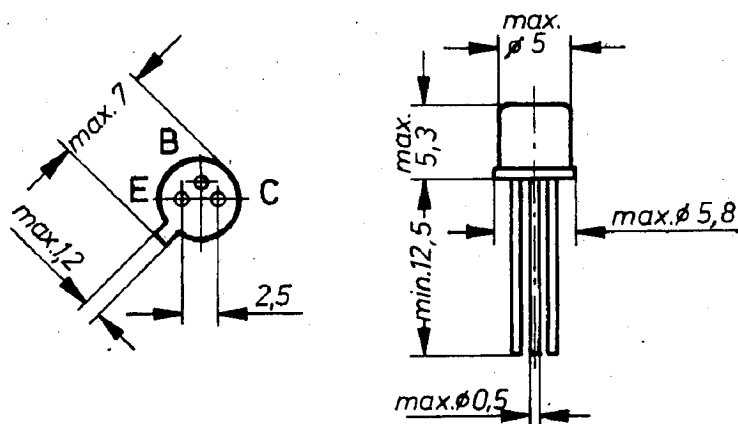


Abb. 10.86. Abmessungen des Transistorgehäuses

Grenzwerte

Kollektor-Emitterspannung	$U_{CES} = 45 \text{ V}$
Emitter-Basisspannung	$U_{EBO} = 7 \text{ V}$
Kollektorstrom	$I_C = 200 \text{ mA}$
Basisstrom	$I_B = 50 \text{ mA}$
Verlustleistung, $\vartheta_U = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_{tot} = 390 \text{ mW}$
Sperrschichttemperatur	$\vartheta_j = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

Statische Kennwerte bei $\vartheta_U = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Stromverstärkung B	Stromverstärkungsgruppe	
	A	D
bei $U_{CE} = 5 \text{ V}$, $I_C = 2 \text{ mA}$	170 (120 ... 220)	500 (380 ... 630)
bei $U_{CE} = 1 \text{ V}$, $I_C = 10 \text{ mA}$	190 (> 80)	550 (240 ... 1000)
bei $U_{CE} = 1 \text{ V}$, $I_C = 100 \text{ mA}$	> 40	> 60

Kollektor-Sättigungsspannung bei $I_C = 100 \text{ mA}$, $I_B = 2,5 \text{ mA}$	$U_{CEsat} = 0,3 (0,15 \dots 0,7) \text{ V}$
---	--

Basis-Sättigungsspannung bei $I_C = 100 \text{ mA}$, $I_B = 2,5 \text{ mA}$	$U_{BEsat} = 0,9 (0,75 \dots 1,2) \text{ V}$
---	--

Kollektor-Emitter-Reststrom bei $U_{CES} = 45 \text{ V}$, $\vartheta_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$I_{CES} = 0,2 (< 10) \text{ nA}$
bei $U_{CES} = 45 \text{ V}$, $\vartheta_j = 150 \text{ }^\circ\text{C}$	$I_{CES} = 0,2 (< 10) \text{ } \mu\text{A}$

Wärmewiderstand

Sperrschicht – umgebende Luft	$R_{thU} \leq 450 \text{ K/W}$
Sperrschicht – Gehäuse	$R_{thG} \leq 150 \text{ K/W}$

Dynamische Kennwerte

h -Parameter bei $U_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 2\text{ mA}$, $f = 1\text{ kHz}$ in Emitterschaltung

Stromverstärkungsgruppe

	A	D
Eingangswiderstand	$h_{11} = 2,7 (1,6 \dots 4,5)\text{ k}\Omega$	$7,5 (4,5 \dots 12)\text{ k}\Omega$
Spannungsrückwirkung	$h_{12} = 1,5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Stromverstärkung	$h_{21} = 200 (125 \dots 250)$	$520 (350 \dots 700)$
Ausgangsleitwert	$h_{22} = 18 (< 30)\text{ }\mu\text{S}$	$50. (< 100)\text{ }\mu\text{S}$

Rauschzahl

bei $U_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 0,2\text{ mA}$

$R_g = 2\text{ k}\Omega$, Bandbreite $\Delta f = 200\text{ Hz}$ $F = 2 (< 6)\text{ dB}$

Transitfrequenz

bei $U_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 10\text{ mA}$

$f_T = 250 (> 125)\text{ MHz}$

Schaltzeiten (Meßschaltung Abb. 10.36.)

Arbeitspunkt $I_C = 100\text{ mA}$, $R_1 = 500\text{ }\Omega$,

$R_2 = 700\text{ }\Omega$, $R_C = 98\text{ }\Omega$, $R_g = 50\text{ }\Omega$, $-U_{BE} = 5\text{ V}$, $U_B = 10\text{ V}$

Verzögerungszeit $t_d = 5\text{ ns}$

Anstiegszeit $t_r = 50\text{ ns}$

Speicherzeit $t_s = 250\text{ ns}$

Abfallzeit $t_f = 200\text{ ns}$

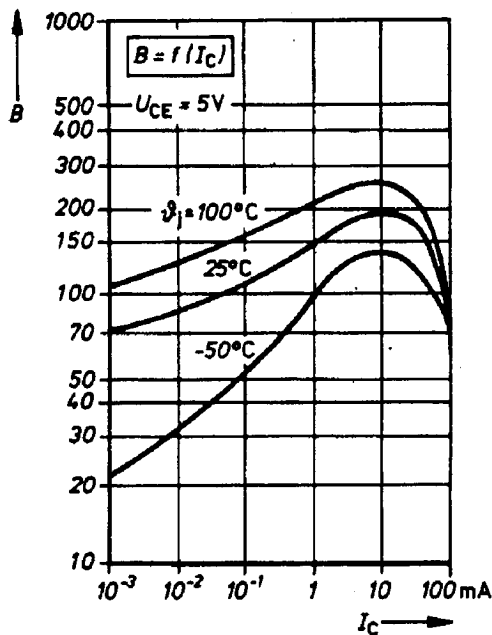


Abb. 10.88. Abhängigkeit der Stromverstärkung vom Kollektorstrom I_C Typ BCY 59A

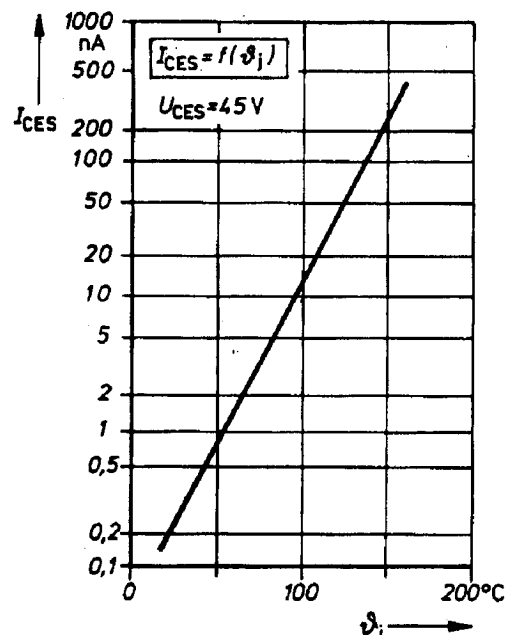
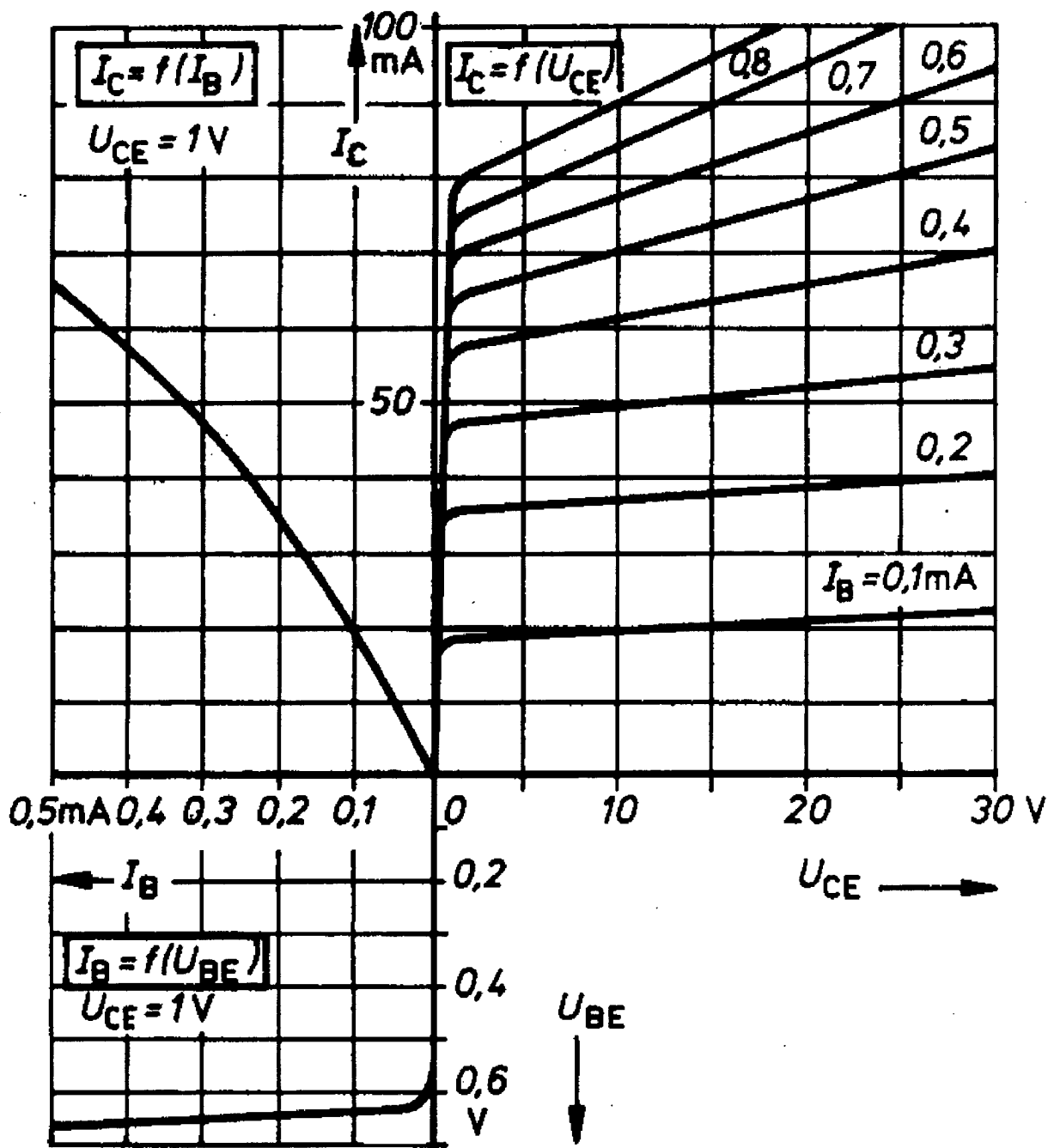


Abb. 10.89. Kollektor-Emitter-Reststrom I_{CES} in Abhängigkeit von der Sperrschichttemperatur



B = Basisanschluß
 B = Statische Stromverstärkung in Emitterschaltung
 β = Dynamische Kurzschluß-Stromverstärkung in Emitterschaltung (Stromverstärkungsfaktor)
 C = Kollektoranschluß
 C_C = Kollektor-Sperrschichtkapazität (allgemein)
 E = Emitteranschluß
 F = Rauschzahl
 $f_{g\beta}$ = Obere Grenzfrequenz in Emitterschaltung
 f_T = Transitfrequenz
 f_u = Untere Grenzfrequenz
 h_{11} = Differentieller Eingangswiderstand in Emitterschaltung mit kurzgeschlossenem Ausgang
 I_E = Emitterstrom (Gleich- bzw. Mittelwert)
 k = Kopplungsfaktor
 P_{tot} = Gesamt-Verlustleistung
 r_a = Differentieller Ausgangswiderstand einer Verstärkerschaltung

h_{22} = Ausgangsleitwert bei offenem Eingang
 I_B = Basisstrom (Gleich- bzw. Mittelwert)
 I_C = Kollektorstrom (Gleich- bzw. Mittelwert)
 I_{CBO} = Kollektor-Basis-Reststrom bei offenem Emitter ($I_E = 0$)
 I_{CEO} = Kollektor-Emitter-Reststrom bei offener Basis ($I_B = 0$)
 I_{CER} = Kollektor-Emitter-Reststrom mit einem Widerstand R_{BE} zwischen Basis und Emitter
 I_{CES} = Kollektor-Emitter-Reststrom bei kurzgeschlossener Emittterdiode ($U_{BE} = 0$)
 I_{CEV} = Kollektor-Emitter-Reststrom bei gesperrter Emittterdiode
 ϑ_U = Umgebungstemperatur
 U_a = Ausgangsspannung einer Verstärkerschaltung
 U_B = Betriebsspannung einer Verstärkerschaltung
 U_{BE} = Basis-Emitterspannung

r_{be} = Differentieller Eingangswiderstand eines Transistors in Emitterschaltung
 r_{ce} = Differentieller Ausgangswiderstand eines Transistors in Emitterschaltung
 r_e = Differentieller Eingangswiderstand einer Verstärkerschaltung
 R_g = Innenwiderstand des Signalspannungsgebers
 R_{th} = Wärmewiderstand
 R_{thG} = Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht (Wärmequelle) und Gehäuse
 R_{thK} = Wärmewiderstand eines Kühlkörpers
 R_{thU} = Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht (Wärmequelle) und ruhender umgebender Luft
 S = Vorwärtssteilheit
 ϑ = Temperatur
 t_d = Verzögerungszeit
 t_r = Anstiegszeit
 t_s = Speicherzeit
 t_f = Abfallzeit
 ϑ_G = Gehäusetemperatur

U_{CB} = Kollektor-Basisspannung
 U_{CBO} = Kollektor-Basisperrspannung bei offenem Emitter ($I_E = 0$)
 U_{CE} = Kollektor-Emitterspannung
 U_{CEO} = Kollektor-Emittersperrspannung bei offener Basis ($I_B = 0$)
 U_{CER} = Kollektor-Emittersperrspannung mit einem Widerstand zwischen Basis und Emitter
 U_{CES} = Kollektor-Emittersperrspannung bei kurzgeschlossener Emittterdiode ($U_{BE} = 0$)
 $U_{CE sat}$ = Kollektor-Emittersättigungsspannung (Restspannung)
 U_{CEV} = Kollektor-Emittersperrspannung bei gesperrter Emittterdiode
 U_e = Eingangsspannung einer Verstärkerschaltung
 U_{EBO} = Emitter-Basisperrspannung bei offenem Kollektor ($I_C = 0$)
 U_F = Durchlaßspannung am pn-Übergang
 U_R = Sperrspannung am pn-Übergang
 V_i = Dynamische Stromverstärkung
 V_p = Leistungsverstärkung
 V_u = Dynamische Spannungsverstärkung