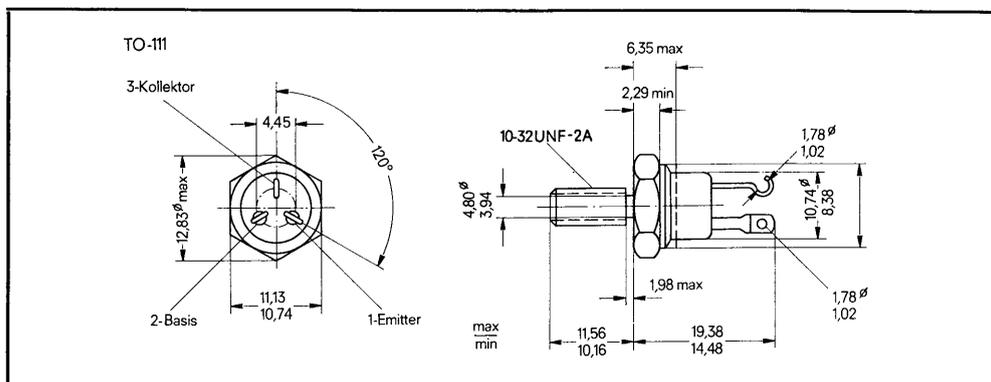


Für Leistungsverstärker und sehr schnelle Schaltanwendungen

$U_{CE(sat)}$ bei $I_C = 1\text{ A}$, $Q_{25\text{ V}}$; $f_{Tmin} = 50\text{ MHz}$ bei $U_{CE} = 10\text{ V}$; $I_C = 1\text{ A}$;
 $t_r\text{ max} = 80\text{ ns}$ bei $I_C = 1\text{ A}$.

Mechanische Daten: Kollektor mit Gehäuse leitend verbunden



Maße in mm

Absolute Grenzwerte bei $T_G = +25\text{ °C}$ (wenn nicht anders angegeben)

Kollektor-Basis-Spannung	100 V
Kollektor-Emitter-Spannung (Bem. 1)	80 V
Emitter-Basis-Spannung	8 V
Kollektor-Dauerstrom	5 A
Basis-Dauerstrom	0,5 A
Maximaler Arbeitsbereich	Bild 3
Gesamtdauerverlustleistung bei $T_U \leq 25\text{ °C}$ (Bem. 2)	2 W
Gesamtdauerverlustleistung bei $T_G \leq 100\text{ °C}$ (Bem. 3)	30 W
Sperrschichttemperaturbereich	-65 °C bis +200 °C
Lagerungstemperaturbereich	-65 °C bis +200 °C
Anschlußtemperatur 1,6 mm vom Gehäuse für 10 s	230 °C

Bemerkungen:

1. Dies gilt bei offener Basis.
2. Lineare Reduzierung bis auf $T_U = 200\text{ °C}$ mit $11,4\text{ mW/°C}$.
3. Lineare Reduzierung bis auf $T_G = 200\text{ °C}$ mit $0,3\text{ W/°C}$.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Elektrische Kennwerte bei $T_G = +25^\circ\text{C}$ (wenn nicht anders angegeben)

Parameter	Prüfbedingungen	min	max	Einh.
$U_{(BR)CBO}$ Kollektor-Basis-Durchbruchsspannung	$I_C = 10\ \mu\text{A}$, $I_E = 0$	100		V
$U_{(BR)CEO}$ Kollektor-Emitter-Durchbruchsspannung	$I_C = 10\ \text{mA}$, $I_B = 0$ (Bem. 4)	80		V
	$I_C = 100\ \text{mA}$, $I_B = 0$ (Bem. 4)	70		V
$U_{(BR)EBO}$ Emitter-Basis-Durchbruchsspannung	$I_E = 10\ \mu\text{A}$, $I_C = 0$	8		V
I_{CBO} Kollektor-Basis-Reststrom	$U_{CB} = 60\ \text{V}$, $I_E = 0$		0,1	μA
I_{CEO} Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 50\ \text{V}$, $I_B = 0$		100	μA
I_{CEV} Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 100\ \text{V}$, $U_{BE} = -0,5\ \text{V}$		10	μA
	$U_{CE} = 60\ \text{V}$, $U_{BE} = -0,5\ \text{V}$, $T_G = 150^\circ\text{C}$		50	μA
I_{EBO} Emitter-Basis-Reststrom	$U_{EB} = 5\ \text{V}$, $I_C = 0$		0,1	μA
	$U_{EB} = 8\ \text{V}$, $I_C = 0$		10	μA
h_{FE} Gleichstromverstärkung (Bem. 4 und 5)	$U_{CE} = 2\ \text{V}$, $I_C = 10\ \text{mA}$	30		
	$U_{CE} = 2\ \text{V}$, $I_C = 1\ \text{A}$	40	120	
	$U_{CE} = 5\ \text{V}$, $I_C = 5\ \text{V}$	15		
	$U_{CE} = 2\ \text{V}$, $I_C = 1\ \text{A}$, $T_G = -55^\circ\text{C}$	10		
U_{BE} Basis-Emitter-Spannung (Bem. 4 u. 5)	$I_B = 100\ \text{mA}$, $I_C = 1\ \text{A}$		1,2	V
	$U_{CE} = 2\ \text{V}$, $I_C = 1\ \text{A}$		1,2	V
$U_{CE(sat)}$ Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung (Bem. 4 und 5)	$I_B = 100\ \text{mA}$, $I_C = 1\ \text{A}$		0,25	V
	$I_B = 500\ \text{mA}$, $I_C = 5\ \text{A}$		2	V
h_{fe} Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 5\ \text{V}$, $I_C = 50\ \text{mA}$, $f = 1\ \text{kHz}$	40	140	
$ h_{fe} $ Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 10\ \text{V}$, $I_C = 1\ \text{A}$, $f = 10\ \text{MHz}$	5		
C_{ob} Leerlauf-Ausgangskapazität	$U_{CB} = 10\ \text{V}$, $I_E = 0$, $f = 1\ \text{MHz}$		150	pF

Bemerkungen:

- Impulsmäßig gemessen: $t_p = 330\ \mu\text{s}$; $d \leq 2\%$.
- Strom und Spannungsmeßkreise müssen getrennt sein.

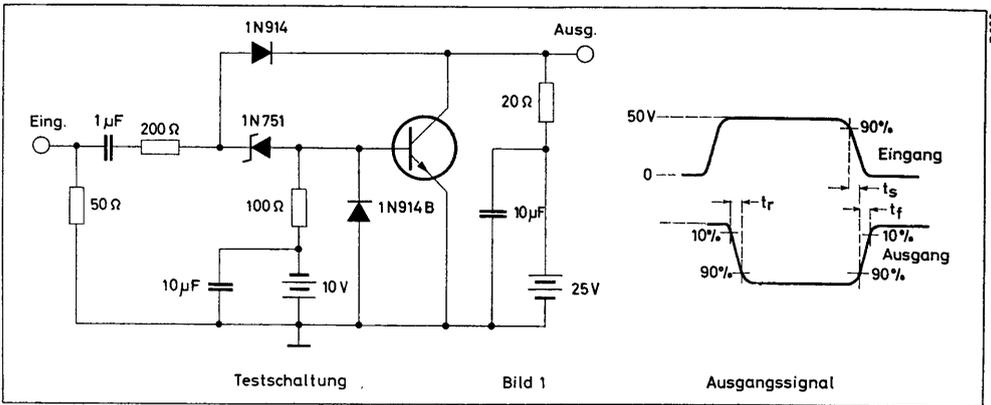


TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Schaltzeiten bei $T_G = +25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Prüfbedingungen	max	Einh.
t_r Anstiegszeit	} $U_{CC} = 25\text{ V}, I_C = 1\text{ A}$ (Bild 1)	80	ns
t_s Speicherzeit		60	ns
t_f Abfallzeit		80	ns



Bemerkungen:

- Der Eingangsspannungs-Generator hat folgende Daten: $t_r \leq 15\text{ ns}$; $t_f \leq 15\text{ ns}$; $Z_{au} = 1,5\text{ k}\Omega$; $t_p = 10\text{ }\mu\text{s}$; $d \leq 2\%$.
- Der Oszillograph hat folgende Daten: $t_r \leq 15\text{ ns}$; $R_{ein} \geq 15\text{ p}\Omega$, $C_{ein} \leq 15\text{ pF}$
- Widerstände induktionsfrei.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Thermische Kennwerte

Parameter		max	Einh.
R_{thJ-G}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Gehäuse	3,33	°C/W
R_{thJ-U}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Umgebung	87,5	°C/W
R_{thG-U}	Thermischer Widerstand, Gehäuse-Umgebung	84,17	°C/W

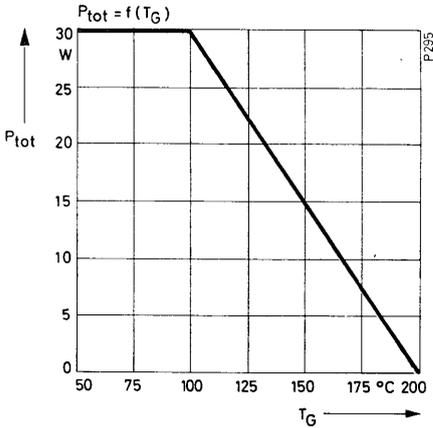


Bild 2

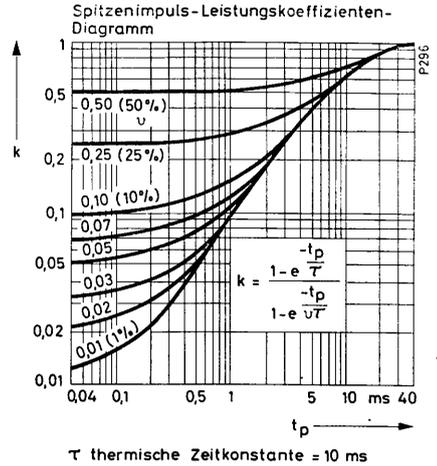


Bild 3



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Typische Kennwerte

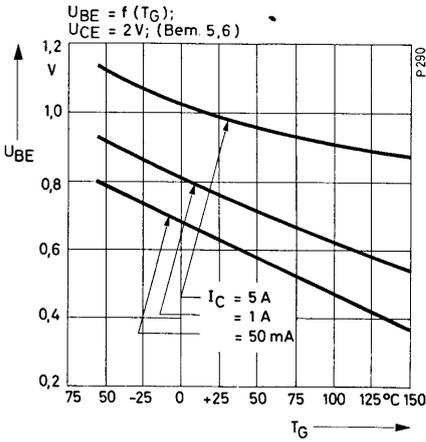


Bild 4

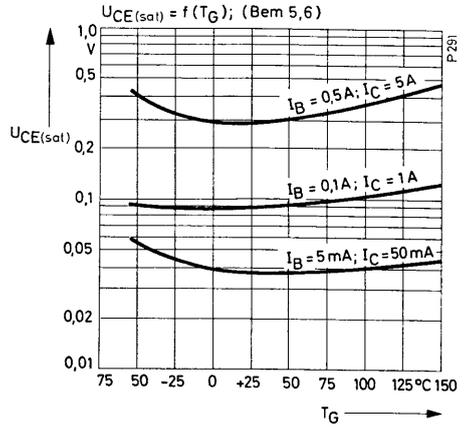


Bild 5

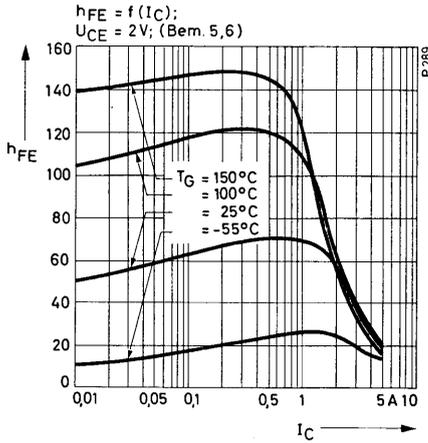


Bild 6

Bemerkungen:

5. Impulsmäßig gemessen: $t_p = 330 \mu s$; $d \leq 2\%$.
6. Strom- und Spannungsmeßkreis müssen getrennt sein.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Typische Kennwerte

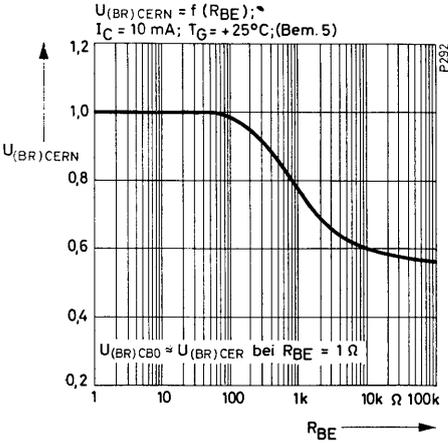


Bild 7

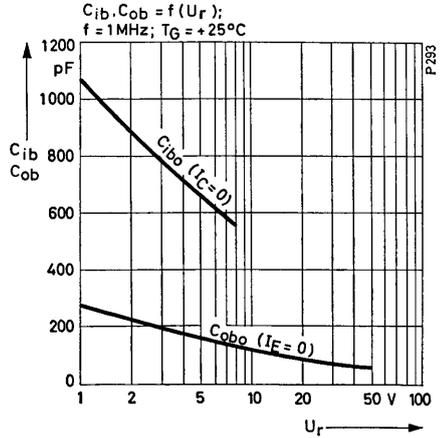


Bild 8

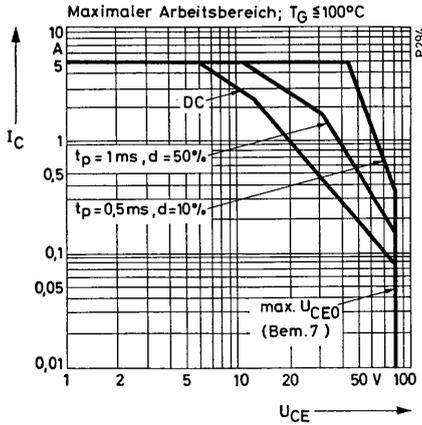


Bild 9



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

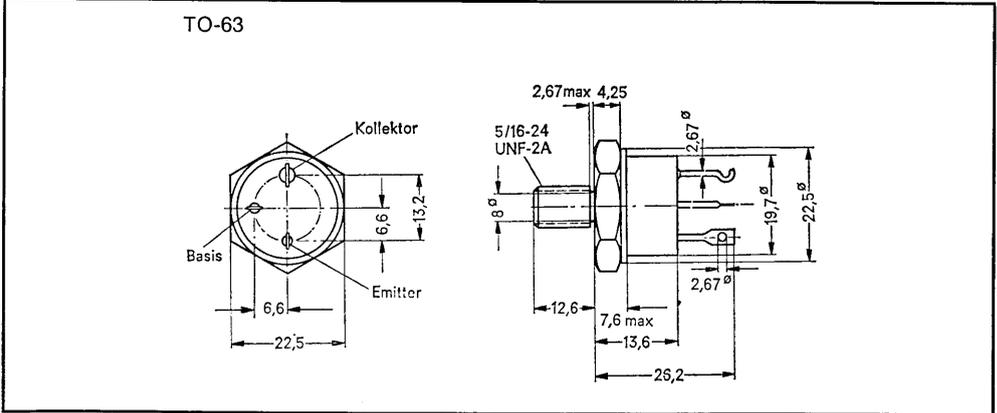
805 Freising, Haggerty-Straße

NPN-Dreifachdiffundierter-Mesa-Silizium-Leistungs-Transistor

Für Leistungsverstärker

150 W bei $T_G = 100\text{ °C}$; $U_{CE0} = 200\text{ V}; 300\text{ V}; f_T (\text{min}) = 10\text{ MHz}$ bei $10\text{ V}; 1\text{ A}$

Mechanische Daten: Kollektor mit Gehäuse leitend verbunden



Maße in mm

Absolute Grenzwerte bei $T_G = +25\text{ °C}$ (wenn nicht anders angegeben)

	2N3846	2N3847
Kollektor-Basis-Spannung	300 V	400 V
Kollektor-Emitter-Spannung (Bem. 1)	200 V	300 V
Emitter-Basis-Spannung	← 10 V →	
Kollektor-Dauerstrom	← 20 A →	
Basis-Dauerstrom	← 10 A →	
Maximaler Arbeitsbereich	← Bild 3 →	
Gesamtverlustleistung bei $T_U \leq 25\text{ °C}$ (Bem. 2)	← 4 W →	
Gesamtverlustleistung bei $T_G \leq 100\text{ °C}$ (Bem. 3)	← 150 W →	
Arbeitstemperaturbereich (T_G)	-65 °C bis +175 °C	
Lagerungstemperaturbereich	-65 °C bis +200 °C	
Anschlußtemperatur in Abstand von 1,6 mm vom Gehäuse für 10 s	← 260 °C →	

Bemerkungen:

1. Dies gilt bei offener Basis.
2. Lineare Reduzierung bis auf $T_U = 175\text{ °C}$ mit $26,6\text{ mW/°C}$.
3. Lineare Reduzierung bis auf $T_G = 175\text{ °C}$ mit 2 W/°C .



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Elektrische Kennwerte bei $T_G = +25^\circ\text{C}$ (wenn nicht anders angegeben)

Parameter	Prüfbedingungen	Typ	min	max	Einh.
$U_{(BR)CEO}$ Kollektor-Emitter-Durchbruchsspannung	$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 0$ (Bem. 4)	2N3846	200		V
		2N3847	300		V
I_{CEO} Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 200\text{ V}, I_B = 0$ $U_{CE} = 300\text{ V}, I_B = 0$	2N3846		5	mA
		2N3847		5	mA
I_{CES} Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 300\text{ V}, U_{BE} = 0$ $U_{CE} = 400\text{ V}, U_{BE} = 0$ $U_{CE} = 300\text{ V}, U_{BE} = 0, T_G = 150^\circ\text{C}$ $U_{CE} = 400\text{ V}, U_{BE} = 0, T_G = 150^\circ\text{C}$	2N3846		2	mA
		2N3847		2	mA
		2N3846		10	mA
		2N3847		10	mA
I_{EBO} Emitter-Basis-Reststrom	$U_{EB} = 10\text{ V}, I_C = 0$			250	μA
h_{FE} Gleichstromverstärkung (Bem. 4, 5)	$U_{CE} = 3\text{ V}, I_C = 5\text{ A}$ $U_{CE} = 3\text{ V}, I_C = 10\text{ A}$ $U_{CE} = 3\text{ V}, I_C = 10\text{ A}, T_G = -55^\circ\text{C}$		40	200	
			10	60	
			10		
U_{BE} Basis-Emitter-Spannung	$U_{CE} = 3\text{ V}, I_C = 10\text{ A}$ (Bem. 4, 5)			1,2	V
$U_{CE(sat)}$ Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung	$I_B = 1,6\text{ A}, I_C = 10\text{ A}$ (Bem. 4, 5)			0,75	V
h_{fe} Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 10\text{ V}, I_C = 5\text{ A}, f = 1\text{ kHz}$		50	250	
$ h_{fe} $ Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 10\text{ V}, I_C = 1\text{ A}, f = 1\text{ MHz}$		10		
C_{ob} Ausgangs-Kapazität	$U_{CB} = 10\text{ V}, I_B = 0, f = 1\text{ MHz}$			750	pF

Bemerkungen:

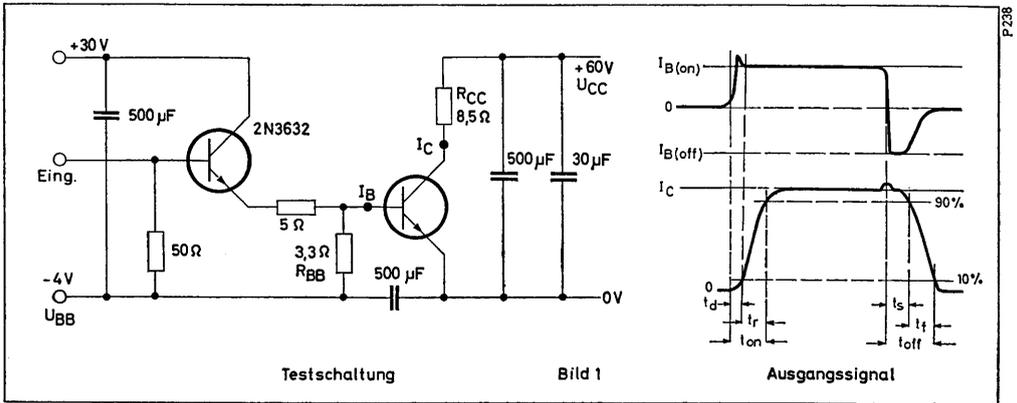
- Impulsmäßig gemessen: $t_p = 300\ \mu\text{s}; d \leq 2\%$.
- Diese Parameter werden über von den Stromkontakten getrennten Meßkontakten gemessen.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Schaltzeiten bei $T_G = +25^\circ\text{C}$

Parameter		Prüfbedingungen	max	Einh.
t_{on}	Einschaltzeit	$I_C = 10\text{ A}$, $I_{B(1)} = 2\text{ A}$, $I_{B(2)} = -2\text{ A}$;	4	μs
t_{off}	Ausschaltzeit	$U_{BE(off)} \approx -7,5\text{ V}$, $R_L = 15\ \Omega$ (Bild 1)	7	μs



Bemerkungen:

- Der Eingangsimpuls Punkt „A“ hat folgende Kennwerte: $t_r \leq 100\text{ ns}$; $t_j \leq 100\text{ ns}$; $t_p \leq 20\ \mu\text{s}$; $d \leq 0,2\%$.
- Impulsformen werden an einem Oszillographen mit folgenden Werten sichtbar gemacht:
 $t_r \leq 5\text{ ns}$; $R_{ein} \geq 1\text{ M}\Omega$; $C_{ein} \leq 5\text{ pF}$.
- Widerstände müssen induktivitätsfrei sein.
- Die Gleichstromquelle muß unter Umständen eine Vorlast haben um Überschwingen zu vermeiden.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

	Parameter	max	Einh.
R_{thJ-G}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Gehäuse	0,5	°C/W
R_{thJ-U}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Umgebung	37,5	°C/W

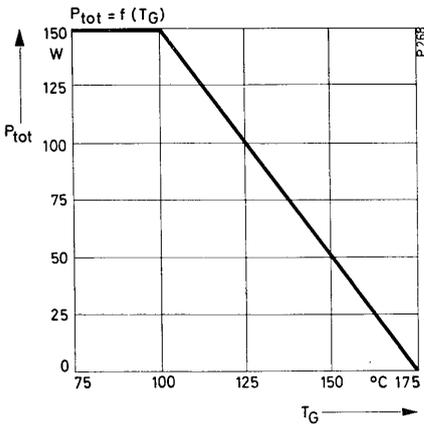


Bild 2

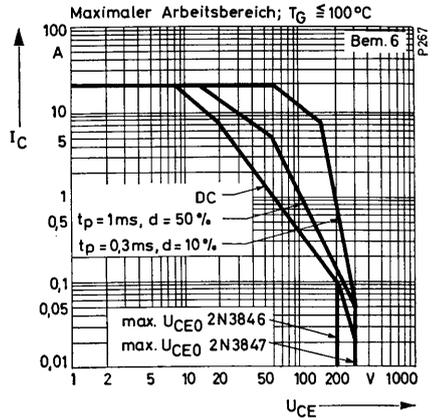


Bild 3



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

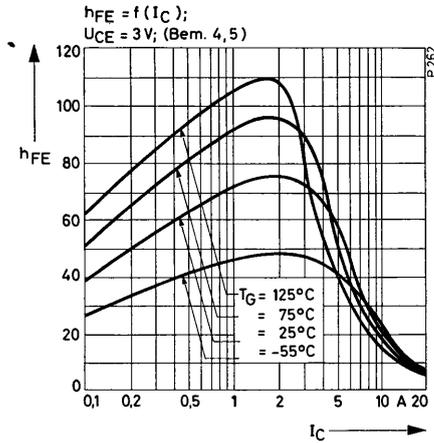


Bild 4

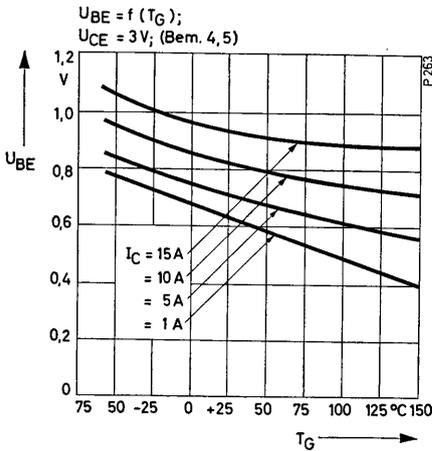


Bild 5

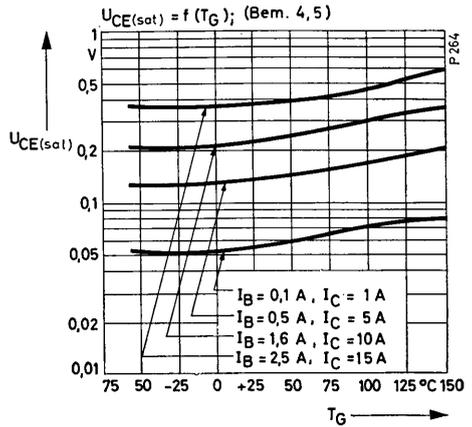


Bild 6



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

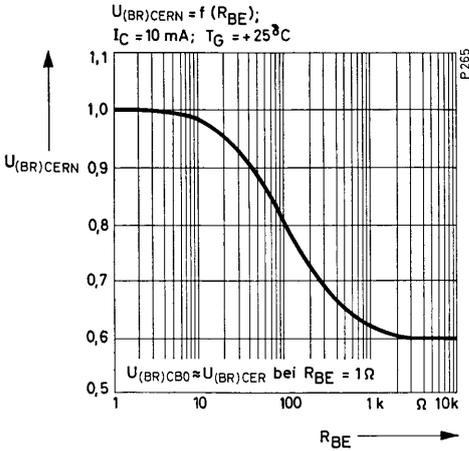


Bild 7

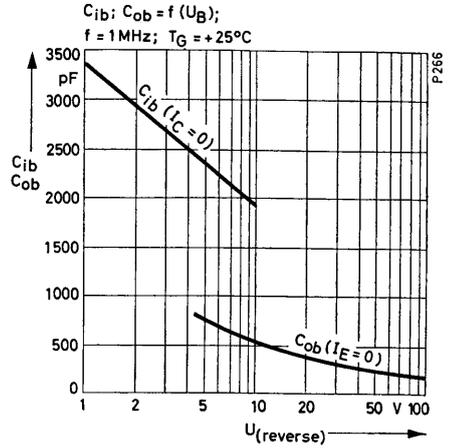


Bild 8

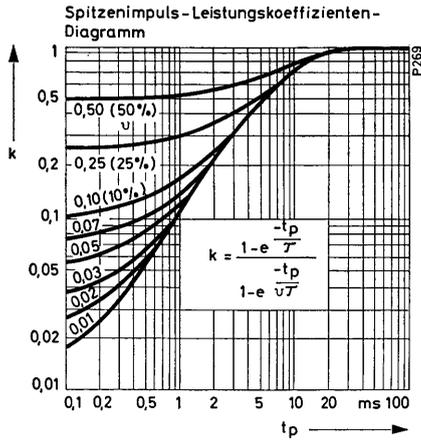


Bild 9

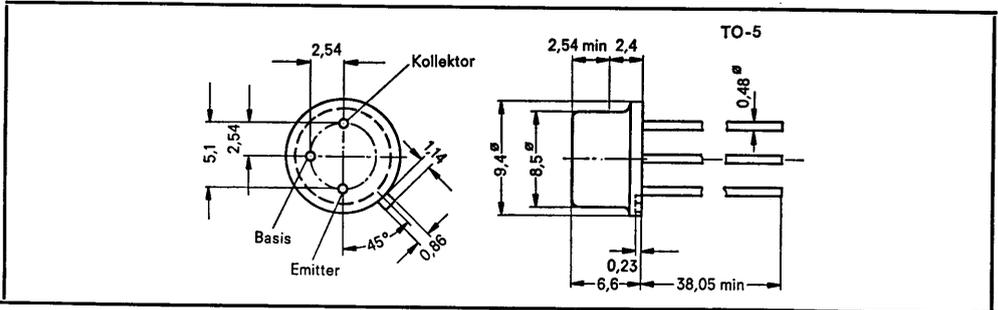


TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

NPN-Silizium-Epitaxial-Planar-Transistoren

Für schnelle Schaltanwendungen

15 Watt bei $T_G = 100\text{ °C}$ Max $U_{CE(sat)} = 0,3\text{ V}$ bei $I_C = 0,5\text{ A}$ Max $t_{on} = 300\text{ ns}$ bei $I_C = 0,5\text{ A}$ Min $f_T = 40\text{ MHz}$ * **Mechanische Daten:** Kollektor mit Gehäuse leitend verbunden

Maße in mm

Absolute Grenzwerte

	2N4000	2N4001
Kollektor-Basis-Spannung	100 V	120 V
Kollektor-Emitter-Spannung (Bem. 1)	80 V	100 V
Emitter-Basis-Spannung	8 V	8 V
Kollektor-Dauerstrom	1 A	1 A
Kollektor-Spitzenstrom (Bem. 2)	3 A	3 A
Arbeitsgebiet bei (oder darunter) $T_G = 100\text{ °C}$	s. Bild 8	
Dauerverlustleistung bei $T_G \leq 100\text{ °C}$ (Bem. 3)	15 W	15 W
Dauerverlustleistung bei $T_U \leq 25\text{ °C}$ (Bem. 4)	1 W	1 W
Kollektor-Sperrschicht-Temperaturbereich	-65 °C bis +200 °C	
Lagerungstemperaturbereich	-65 °C bis +200 °C	
Temperatur der Anschlüsse 1,6 mm vom Gehäuse (10 s Dauer)	230 °C	230 °C

Bemerkungen:

1. Dies gilt bei offener Basis.
2. Dieser Wert gilt für $t_p \leq 1\text{ ms}$, $d = 2\%$.
3. Lineare Reduzierung bis auf $T_G = 200\text{ °C}$ mit $0,15\text{ W/°C}$.
4. Lineare Reduzierung bis auf $T_U = 200\text{ °C}$ mit $5,72\text{ mW/°C}$.

* JEDEC registriert.

**TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH****805 Freising, Haggerty-Straße**

2N4000, 2N4001

Elektrische Kennwerte bei $T_U = 25^\circ\text{C}$ (wenn nicht anders angegeben)

Parameter	Prüfbedingungen	2N4000		2N4001		Einheit
		min	max	min	max	
$U_{BR(CEO)}$	Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung	$I_C = 30\text{ mA}, I_B = 0$ (Bem. 5)		80	100	V
I_{CEO}	Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 60\text{ V}, I_B = 0$ $U_{CE} = 80\text{ V}, I_B = 0$		10	10	μA μA
I_{CES}	Kollektor-Emitter-Reststrom	$U_{CE} = 90\text{ V}, U_{BE} = 0$ $U_{CE} = 110\text{ V}, U_{BE} = 0$ $U_{CE} = 90\text{ V}, U_{BE} = 0, T_G = 150^\circ\text{C}$ $U_{CE} = 110\text{ V}, U_{BE} = 0, T_G = 150^\circ\text{C}$		2 2 50	2 2 50	μA μA μA μA
I_{EBO}	Emitter-Basis-Reststrom	$U_{EB} = 5\text{ V}, I_C = 0$ $U_{EB} = 8\text{ V}, I_C = 0$		500 10	500 10	nA μA
h_{FE}	Gleichstromverstärkung	$U_{CE} = 2\text{ V}, I_C = 50\text{ mA}$ $U_{CE} = 2\text{ V}, I_C = 0,5\text{ A}$ (Bem. 5) $U_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 1\text{ A}$ (Bem. 5) $U_{CE} = 2\text{ V}, I_C = 0,5\text{ A}, T_G = -55^\circ\text{C}$ (Bem. 5)		10 30 10 10	20 40 20 15	120
U_{BE}	Basis-Emitter-Spannung	$I_B = 50\text{ mA}, I_C = 0,5\text{ A}$ (Bem. 5) $I_B = 100\text{ mA}, I_C = 1\text{ A}$ (Bem. 5)		1 1,2	1 1,2	V V
$U_{CE(sat)}$	Kollektor-Emitter-Restspannung	$I_B = 50\text{ mA}, I_C = 0,5\text{ A}$ (Bem. 5) $I_B = 100\text{ mA}, I_C = 1\text{ A}$ (Bem. 5)		0,3 0,5	0,3 0,5	V V
h_{21e}	Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 0,5\text{ A}, f = 20\text{ MHz}$		2	2	
C_{ob}	Leerlauf-Ausgangskapazität	$U_{CB} = 10\text{ V}, I_E = 0, f = 1\text{ MHz}$		60	60	pF

Thermische Kennwerte

Parameter		max	Einheit
R_{thJ-G}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse	6,67	$^\circ\text{C/W}$
R_{thJ-U}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung	175	$^\circ\text{C/W}$

Bemerkung:

5. Impulsmäßig gemessen: $t_p \leq 300\ \mu\text{s}$; $d \leq 3\%$.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Schaltzeit bei $T_U = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Prüfbedingungen*	max	Einh.
t_{on} Einschaltzeit	$I_C = 0,5\text{ A}$, $I_{B(1)} = 50\text{ mA}$, $I_{B(2)} = -50\text{ mA}$,	0,3	μs
t_{off} Ausschaltzeit	$U_{BE(off)} = -4\text{ V}$, $R_L = 20\ \Omega$ (s. Bild 1)	2	μs

Meßinformation

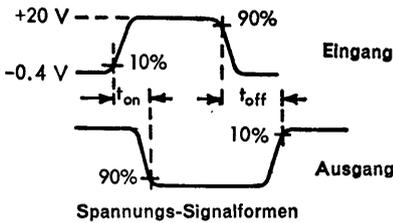
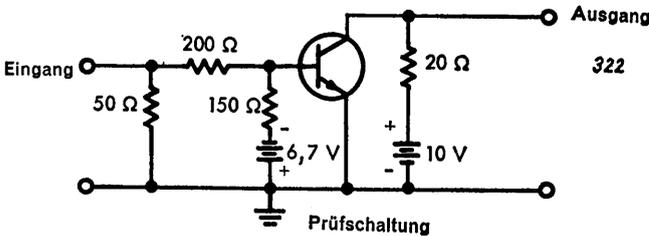


Bild 1

Bemerkungen:

- a) Das Eingangssignal wird mit einem Generator mit folgenden Daten erzeugt:
 $t_r \leq 10\text{ ns}$, $t_f \leq 10\text{ ns}$, $Z_{ausg} = 50\ \Omega$, $t_p = 10\ \mu\text{s}$, $d \leq 2\%$.
- b) Die Signalformen werden auf einem Oszillographen mit folgenden Daten betrachtet:
 $t_r \leq 15\text{ ns}$, $R_{eing} \geq 10\text{ M}\Omega$, $C_{eing} \leq 5\text{ pF}$.
- c) Die Widerstände müssen induktionsfrei sein.
- d) Die Gleichspannungs-Netzgeräte sollten zusätzlich abgeblockt werden.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Typische Kennlinien

Gleichstromverstärkung als Funktion des Kollektorstromes

2N4000

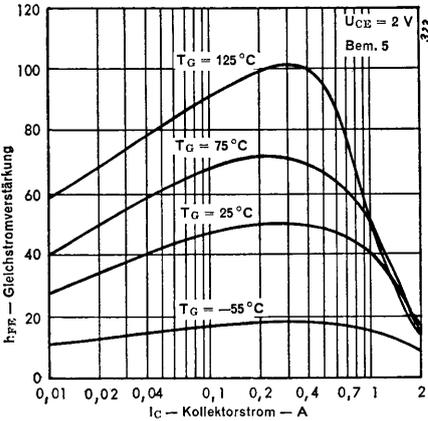


Bild 2

2N4001

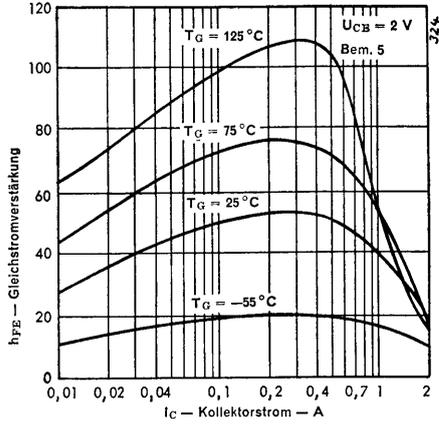


Bild 3

Basis-Emitter-Spannung als Funktion der Gehäusetemperatur

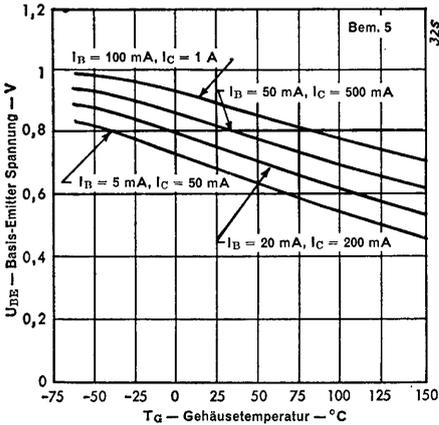


Bild 4

Kollektor-Emitter-Spannung als Funktion der Gehäusetemperatur

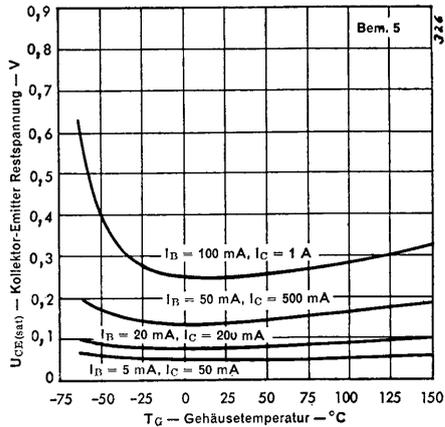


Bild 5

Bemerkung:

5. Impulsmäßig gemessen: $t_p = 300 \mu\text{s}$; $d \leq 2\%$.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Normierte Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung als Funktion des Basis-Emitter-Widerstandes

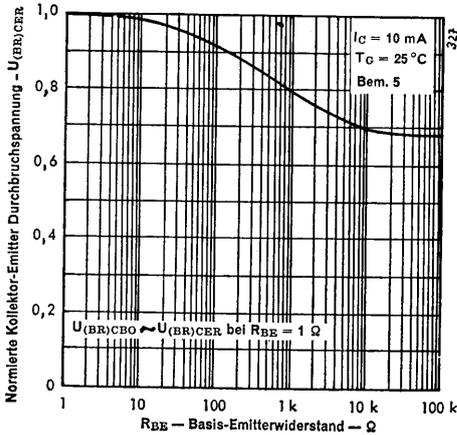


Bild 6

Leerlauf Ein- und Ausgangskapazität (Basisschaltung) als Funktion der Vorspannung in Sperrichtung

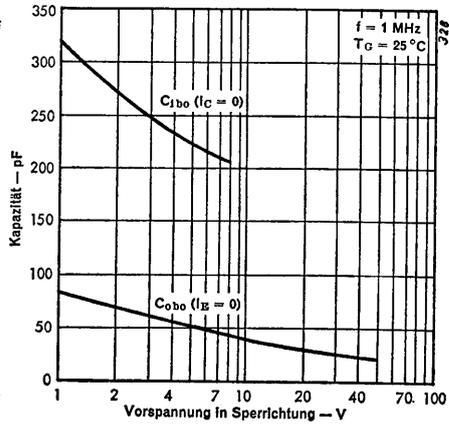


Bild 7

Max. Arbeitsbereich

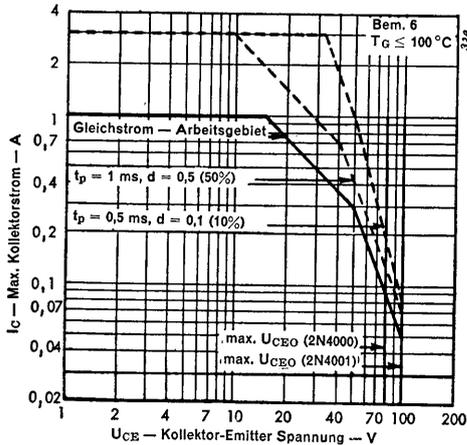


Bild 8

Bemerkung:

6. Betrieb oberhalb max. U_{CE0} ist gestattet, wenn die Basis in Sperrichtung vorgespannt ist bzw. die Kollektor-Basis-Grenzwerte nicht überschritten werden.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Thermische Kennwerte

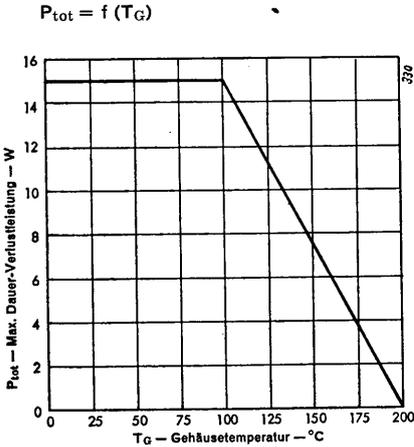


Bild 9

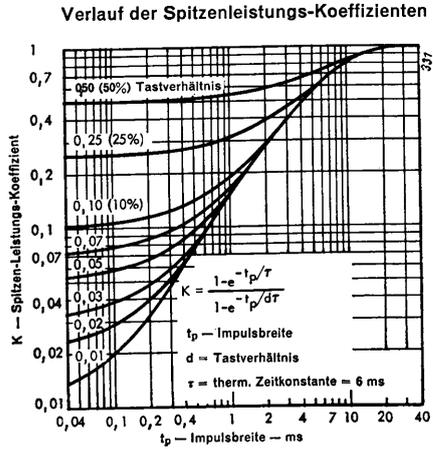


Bild 10

Symbole und Definitionen

Symbol	Definition	Wert	Einh.
$P_T(\text{mittl})$	mittl. Verlustleistung		W
$P_T(\text{max})$	max. Verlustleistung		W
R_{thJ-U}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung	175	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
R_{thJ-G}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse	6,67	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
R_{thG-K}	Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Kühlkörper		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
R_{thG-U}	Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung	168,33	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
R_{thK-U}	Wärmewiderstand zwischen Kühlkörper und Umgebung		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
T_U	Umgebungstemperatur		$^{\circ}\text{C}$
T_G	Gehäusetemperatur		$^{\circ}\text{C}$
$T_J(\text{mittl})$	mittl. Sperrschichttemperatur	≤ 200	$^{\circ}\text{C}$
$T_J(\text{max})$	max. Sperrschichttemperatur	≤ 200	$^{\circ}\text{C}$
K	Spitzenleistungs-Koeffizient	s. Bild 10	
t_p	Impulsbreite		ms
t_x	Impulsperiode		ms
d	Tastverhältnis (t_p/t_x)		



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Gleichung 1 — Anwendung: Gleichstrom — Verlustleistung mit Kühlkörper

$$P_{T(\text{mitt})} = \frac{T_{J(\text{mitt})} - T_U}{R_{\text{th}J_G} + R_{\text{th}G_K} + R_{\text{th}K_U}} \quad \text{für } 100^\circ\text{C} \leq T_G \leq 200^\circ\text{C} \text{ wie in Bild 9}$$

Gleichung 2 — Anwendung: Gleichstrom — Verlustleistung ohne Kühlkörper

$$P_{T(\text{mitt})} = \frac{T_{J(\text{mitt})} - T_U}{R_{\text{th}J_U}} \quad \text{für } 25^\circ\text{C} \leq T_U \leq 200^\circ\text{C}$$

Gleichung 3 — Anwendung: Spitzen-Verlustleistung mit Kühlkörper

$$P_{T(\text{max})} = \frac{T_{J(\text{max})} - T_U}{d(R_{\text{th}G_K} + R_{\text{th}K_U}) + K(R_{\text{th}J_G})} \quad \text{für } 100^\circ\text{C} \leq T_G \leq 200^\circ\text{C}$$

Gleichung 4 — Anwendung: Spitzen-Verlustleistung ohne Kühlkörper

$$P_{T(\text{max})} = \frac{T_{J(\text{max})} - T_U}{d(R_{\text{th}G_U}) + K(R_{\text{th}J_G})} \quad \text{für } 25^\circ\text{C} \leq T_U \leq 200^\circ\text{C}$$

Beispiel — $P_{T(\text{max})} = ?$

gegeben: $R_{\text{th}G_K} + R_{\text{th}K_U} = 7^\circ\text{C/W}$

Lösung: Von Bild 10, $K = 0,19$ und Gleichung 3

$$T_{J(\text{mitt})} = 200^\circ\text{C}$$

$$T_U = 50^\circ\text{C}$$

$$d = 10\% (0,1)$$

$$t_p = 1 \text{ ms}$$

$$P_{T(\text{max})} = \frac{200 - 50}{0,1 \cdot 7 + 0,19 \cdot 6,67} = 76 \text{ W}$$



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

NPN-Silizium-Epitaxial-Planar-Leistungstransistoren

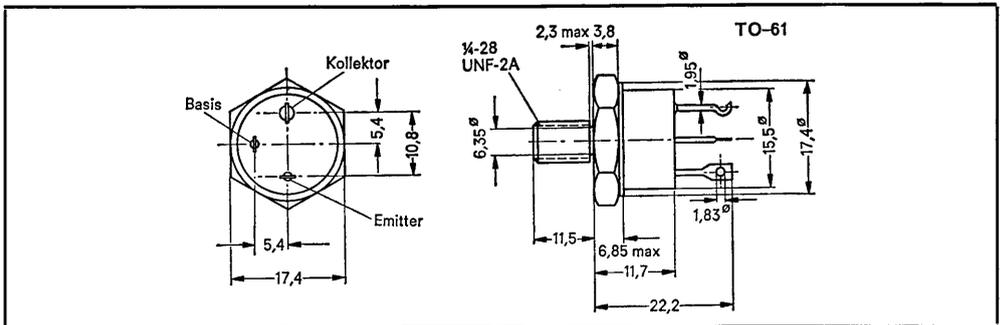
Leistungsverstärker und schnelle Schaltanwendung

50 Watt bei 100 °C Gehäusetemperatur

Max $U_{CE(sat)}$ von 0,4 V bei 5 A I_C ; typ t_{on} von 150 ns bei 5 A I_C

Min f_T von 40 MHz

Mechanische Daten: Der Kollektor ist mit dem Gehäuse leitend verbunden



Die Gehäusetemperatur wird am Gehäuse gemessen, 3 mm vom Zapfen entfernt

Maße in mm

Absolute Grenzwerte

Kollektor-Basis-Spannung	100 V
Kollektor-Emitter-Spannung (Bem. 1)	80 V
Emitter-Basis-Spannung	8 V
Kollektor-Dauerstrom	10 A
Kollektor-Spitzenstrom (Bem. 2)	20 A
Basis-Dauerstrom	4 A
Emitter-Dauerstrom	10 A
Sicherer Arbeitsbereich	Bild 7
Dauerverlustleistung bei $T_G \leq 100$ °C (Bem. 3)	50 W
Dauerverlustleistung bei $T_U \leq 25$ °C (Bem. 4)	3,5 W
Arbeitstemperaturbereich	−65 °C bis +200 °C
Lagerungstemperaturbereich	−65 °C bis +200 °C
Drahttemperatur im Abstand von 1,6 mm vom Gehäuse für 10 s	230 °C



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Elektrische Kennwerte bei $T_G = + 25\text{ }^\circ\text{C}$ (wenn nicht anders angegeben)

Parameter		Prüfbedingungen		min	max	Einh.
$U_{(BR)CEO}$	Kollektor-Emitter-Durchbruchsspannung	$I_C = 30\text{ mA}$,	$I_B = 0$	(Bem. 5)	80	V
I_{CEO}	Kollektor-Reststrom	$U_{CE} = 40\text{ V}$,	$I_B = 0$		10	μA
I_{CES}	Kollektor-Reststrom	$U_{CE} = 90\text{ V}$,	$U_{BE} = 0$		10	μA
		$U_{CE} = 90\text{ V}$,	$U_{BE} = 0$,	$T_G = 150\text{ }^\circ\text{C}$	500	μA
I_{EBO}	Emitter-Reststrom	$U_{EB} = 5\text{ V}$,	$I_C = 0$		5	μA
		$U_{EB} = 8\text{ V}$,	$I_C = 0$		50	μA
h_{FE}	Gleichstromverstärkung	$U_{CE} = 4\text{ V}$,	$I_C = 5\text{ A}$	(Bem. 5 u. 6)	30	
		$U_{CE} = 4\text{ V}$,	$I_C = 10\text{ A}$	(Bem. 5 u. 6)	15	
U_{BE}	Basis-Emitter-Spannung	$U_{CE} = 4\text{ V}$,	$I_C = 10\text{ A}$	(Bem. 5 u. 6)	1,2	V
$U_{CE(sat)}$	Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung	$I_B = 0,5\text{ A}$,	$I_C = 5\text{ A}$	(Bem. 5 u. 6)	0,4	V
		$I_B = 1,3\text{ A}$,	$I_C = 10\text{ A}$	(Bem. 5 u. 6)	1	V
h_{21e}	Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 5\text{ V}$,	$I_C = 1\text{ A}$,	$f = 1\text{ kHz}$	30	
$ h_{21e} $	Kleinsignal-Stromverstärkung	$U_{CE} = 5\text{ V}$,	$I_C = 1\text{ A}$,	$f = 20\text{ MHz}$	2	

Thermische Kennwerte

Parameter		max	Einheit
R_{thJ-G}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Gehäuse	2	$^\circ\text{C/W}$
R_{thJ-U}	Thermischer Widerstand, Sperrschicht-Umgebung	50	$^\circ\text{C/W}$

Bemerkungen:

1. Dies gilt bei offener Basis.
2. Maximal $t_p = 0,3\text{ ms}$; $d = 10\%$.
3. Lineare Reduzierung bis auf $T_G = 200\text{ }^\circ\text{C}$ mit $0,5\text{ W/}^\circ\text{C}$.
4. Lineare Reduzierung bis auf $T_U = 200\text{ }^\circ\text{C}$ mit $20\text{ mW/}^\circ\text{C}$.
5. Impulsmäßig gemessen: $t_p = 300\text{ }\mu\text{s}$, $d \leq 2\%$.
6. Strom- und Spannungsmeßkreis müssen getrennt sein.



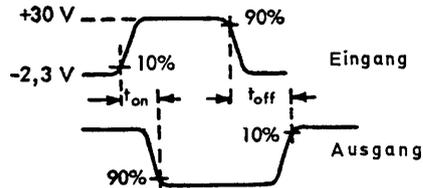
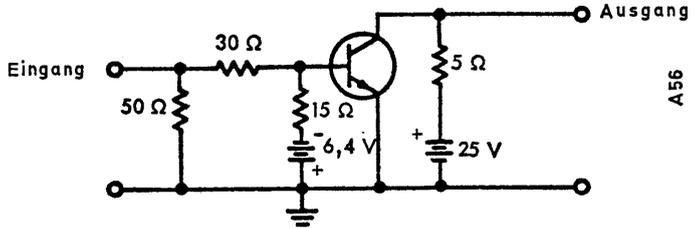
TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Schaltzeit bei $T_U = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Prüfbedingungen*	typ	Einheit
t_{on} Einschaltzeit	$I_C = 5\text{ A}$, $I_{B(1)} = 500\text{ mA}$, $I_{B(2)} = -500\text{ mA}$,	0,15	μs
t_{off} Ausschaltzeit	$U_{BE(off)} = -5\text{ V}$, $R_L = 5\ \Omega$, Bild 1	1,5	μs

* Die gezeigten Spannungen und Ströme sind Nennwerte, die genauen Werte variieren gering mit den Transistor-Streuwerten.

Meßbedingungen



Spannungsverlauf

Bild 1

Bemerkungen:

- a) Der Eingangsimpuls hat folgende Kennwerte: $t_r \leq 15\text{ ns}$, $t_f \leq 15\text{ ns}$, $t_p = 10\ \mu\text{s}$, Tastverhältnis $\leq 2\%$. $Z_{out} 50\ \Omega$.
- b) Spannungsimpulsformer werden an einem Oszillographen mit folgenden Kennwerten sichtbar gemacht: $t_r \leq 15\text{ ns}$, $R_E \geq 10\text{ M}\Omega$, $C_E \leq 1,5\text{ pF}$.
- c) Widerstände dürfen nicht induktiv sein.
- d) Die Gleichstromquelle benötigt unter Umständen eine zusätzliche Last, um Überspringen auf ein Minimum zu halten.



Typische Kennlinien

Gleichstromverstärkung als Funktion des Kollektorstromes

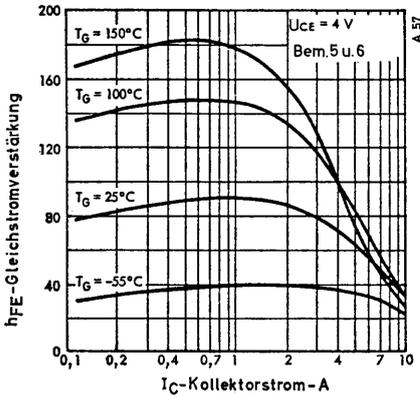


Bild 2

Basis-Emitter-Spannung als Funktion der Gehäusetemperatur

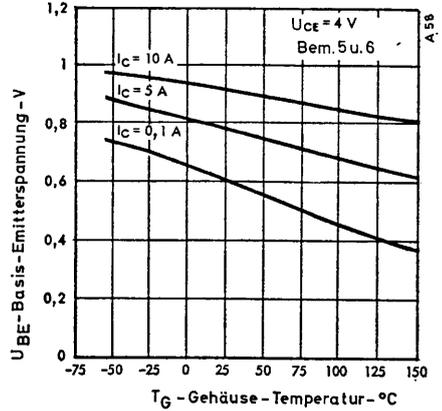


Bild 3

Kollektor-Emitter-Spannung als Funktion der Gehäusetemperatur

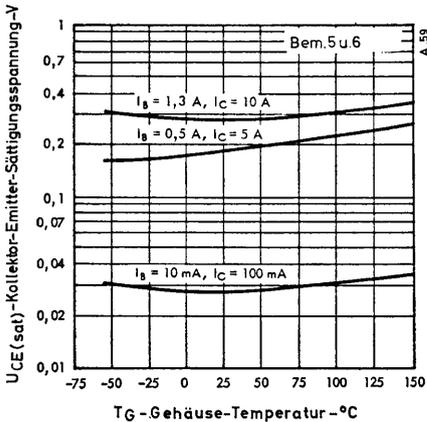


Bild 4

Normierte Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung als Funktion des Basis-Emitter-Widerstandes

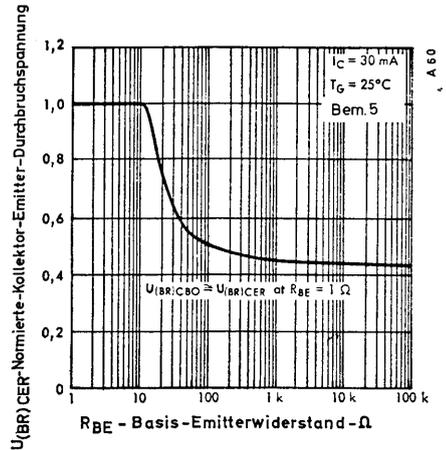


Bild 5



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH
805 Freising, Haggerty-Straße

Leerlauf-Ein- und Ausgangskapazität (Basisschaltung) als Funktion der Vorspannung in Sperrichtung

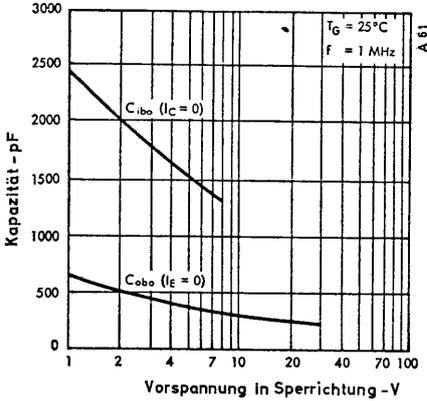


Bild 6

Max. Arbeitsbereich

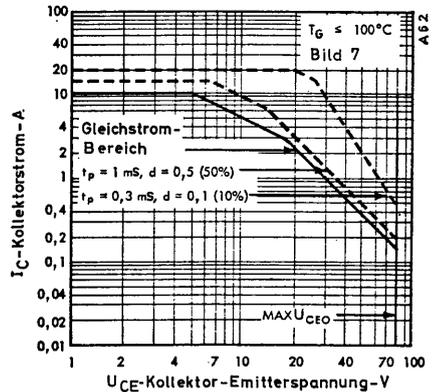


Bild 7

Verlustleistung in Abhängigkeit von der Gehäusetemperatur

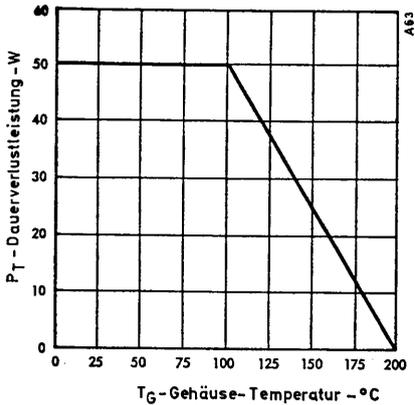


Bild 8

Verlauf der Spitzenleistungs-Koeffizienten

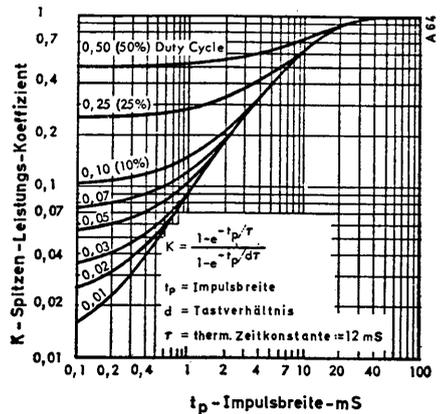


Bild 9

Bemerkungen:

- Impulsmäßig gemessen: $t_p \leq 300 \mu\text{s}$; $d \leq 2\%$.
- Diese Parameter werden über von den Stromkontakten getrennten Meßkontakten gemessen.
- Arbeiten außerhalb des U_{CBO} -Bereiches ist zulässig, sofern die Basis gegenüber dem Emitter vorgespannt ist und U_{CBO} nicht überschritten wird.



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße

Symbole und Definitionen

Symbol	Definition	Wert	Einheit
$P_{T(mitt)}$	mittlere Verlustleistung		W
$P_{T(max)}$	max. Verlustleistung		W
R_{thJ-U}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung	50	°C/W
R_{thJ-G}	Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse	2	°C/W
R_{thG-U}	Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Kühlkörper	48	°C/W
R_{thG-K}	Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung		°C/W
R_{thK-U}	Wärmewiderstand zwischen Kühlkörper und Umgebung		°C/W
T_U	Umgebungstemperatur		°C
T_G	Gehäusetemperatur		°C
$T_{J(mitt)}$	mittlere Sperrschichttemperatur	≤ 200	°C
$T_{J(max)}$	max. Sperrschichttemperatur	≤ 200	°C
K	Spitzenleistungs-Koeffizient	Bem. 9	
t_p	Impulsbreite		ms
t_x	Impulsperiode		ms
d	Tastverhältnis (t_p/t_x)		

Beispiel: $P_{T(max)} = ?$

gegeben: $R_{thG-K} + R_{thK-U} = 1,3 \text{ °C/W}$

$T_{J(mitt)} = 200 \text{ °C}$

$T_U = 50 \text{ °C}$

$d = 10\% (0,1)$

$t_p = 0,1 \text{ ms}$

Lösung: aus Bild 9: $K = 0,10$ und mit Gleichung 3

$$P_{T(max)} = \frac{T_{J(max)} - T_U}{d R_{thG-K} + R_{thK-U} + K \cdot R_{thJ-G}}$$

$$P_{T(max)} = \frac{200 - 50}{0,1 (1,3) + 0,101 (2)} = 450 \text{ W}$$

Gleichung 1 — Anwendung: Gleichstrom-Verlustleistung mit Kühlkörper

$$P_{T(mitt)} = \frac{T_{J(mitt)} - T_U}{R_{thJ-G} + R_{thG-K} + R_{thK-U}} \text{ für } 100 \text{ °C} \leq T_G \leq 200 \text{ °C} \text{ wie Bild 8}$$

Gleichung 2 — Anwendung: Gleichstrom-Verlustleistung ohne Kühlkörper

$$P_{T(mitt)} = \frac{T_{J(mitt)} - T_U}{R_{thJ-U}} \text{ für } 25 \text{ °C} \leq T_U \leq 200 \text{ °C}$$

Gleichung 3 — Anwendung: Spitzenverlustleistung mit Kühlkörper

$$P_{T(max)} = \frac{T_{J(max)} - T_U}{d(R_{thG-K} + R_{thK-U}) + K \cdot R_{thJ-G}} \text{ für } 100 \text{ °C} \leq T_G \leq 200 \text{ °C}$$

Gleichung 4 — Anwendung: Spitzenverlustleistung ohne Kühlkörper

$$P_{T(max)} = \frac{T_{J(max)} - T_U}{d(R_{thG-U} + K \cdot R_{thJ-G})} \text{ für } 25 \text{ °C} \leq T_U \leq 200 \text{ °C}$$



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

805 Freising, Haggerty-Straße