

Anzahl Blätter
inkl. Deckblatt, Anhang **10**



DHBW Mannheim, Außenstelle Eppelheim
MA-TMT15AM2 · EL1 Angewandte Elektronik 1
Klausur 2016-12 Bayer

09. Dezember 2016

Dozent Rainer Bayer, Dipl.-Ing. FH Elektronik

Name, Vorname _____ Matrikel-Nummer _____ auf jedem Blatt oben eintragen

Studienjahrgang MA-TMT15AM Gruppe _____ 2 Semester _____

Hilfsmittel Taschenrechner _____ Zeit _____ 60 min

Bewertung Punktzahl 100% _____ Erreichte Punktzahl _____

Datum / Signum _____ Ergebnis _____

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	Summe	Anm.
1	Halbleiter: Leistungs-Derating, Kühlung	2-3	6	8	4		18	
2	BJT als Schalter (1)	4	2	4	7	7	20	
3	BJT als Schalter (2)	5	2	6	7		15	
4	BJT als Kleinsignal-Verstärker (1)	6-7	8	4	4	2	18	
5	BKT als Kleinsignal-Verstärker (2)	8	7	3			10	
J.	Anhang: Formeln, E-Reihen IEC 60063	9-10						
Anmerkungen							81	

1 Halbleiter: Leistungs-Derating, Kühlung

/ 18

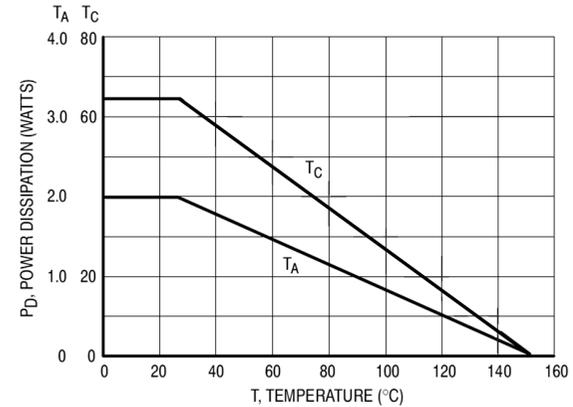


Abb. 1.1:
Leistungs-Derating

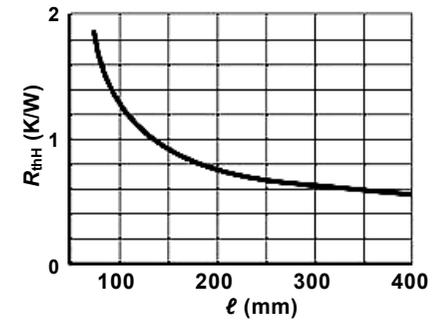


Abb. 1.2:
Wärme-widerstand
Kühlkörper

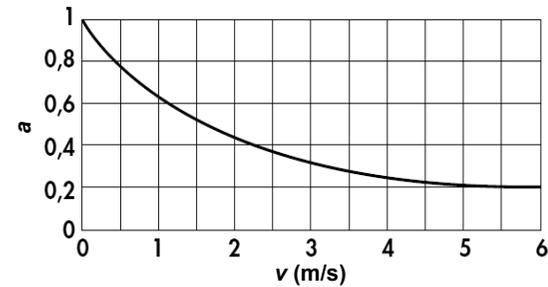


Abb. 1.3:
Faktor
forcierte
Kühlung

– Aufgaben auf dem nächsten Blatt –

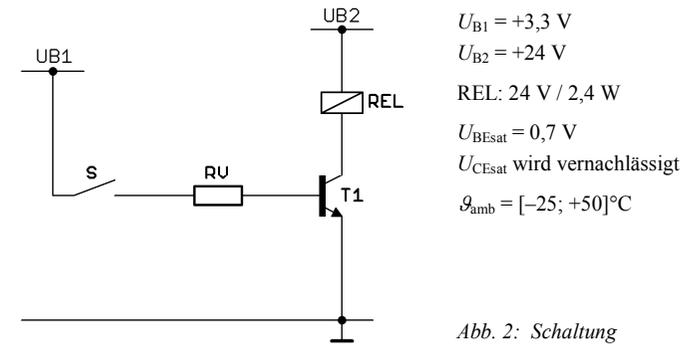
1 Halbleiter: Leistungs-Derating, Kühlung

Der Umgebungstemperaturbereich beträgt $\vartheta_A = [-10; +60]^\circ\text{C}$.

- a) **Montage in ruhender Luft.** Ermitteln Sie rechnerisch oder grafisch:
- Den zulässigen Leistungsumsatz P_1 in W, wenn die maximal zulässige Sperrschichttemperatur $\vartheta_{11} := \vartheta_{\text{max}1}$ ausgenutzt wird.
 - Den zulässigen Leistungsumsatz P_2 in W, wenn die maximale Sperrschichttemperatur $\vartheta_{12} := \vartheta_{\text{max}2}$ auf 130°C begrenzt wird.
- b) **Montage auf einem Kühlkörper** mittels einer Montagescheibe ($R_{\text{thM}} = 0,37 \text{ K/W}$).
- Skizzieren Sie das einpolige vereinfachte thermische Ersatzschaltbild.
 - Der Leistungsumsatz beträgt $P_3 = 23 \text{ W}$. Berechnen Sie die erforderliche Länge ℓ_1 des Kühlkörperprofils in mm für $\vartheta_{12} = \vartheta_{\text{max}2} = 130^\circ\text{C}$.
- c) **Wie Aufg. b), zusätzlich mit Lüfter.**
 Ermitteln Sie die erforderliche effektive Strömungsgeschwindigkeit v in m/s für die reduzierte Kühlkörperlänge $\ell_2 = 100 \text{ mm}$.

/ 6
 / 8
 / 4

2 BJT als Schalter (1)



Maximum Ratings; Tamb = +25°C		Rating		Unit	
VCEO	BC817-40	45		V	
	BC818-40	25		V	
Characteristics; Tamb = +25°C unless otherwise stated					
ICBO		min	typ	max	Unit
	Tamb = +125°C	—	—	100	nA
hFE	IC = 100 mA	250	400	600	—
	IC = 300 mA	170	—	—	—
	IC = 500 mA	40	—	—	—

Tab. 2: Datenblattauszug T1

- a) **BC817, BC818**
 Welche(n) Transistor(en) können Sie laut Tab. 2 einsetzen? Begründung!
- b) **Basisableitwiderstand RBE**
- Zeichnen Sie RBE in Abb. 2 ein.
 - Welchen Zweck erfüllt RBE in dieser Schaltung?
 - Ermitteln Sie RBEmax.
- c) **Basisvorwiderstand RV**
- Berechnen Sie I_B . Übersteuerungsfaktor $m = 2,5$.
 - RBE = $12 \text{ k}\Omega$. Berechnen Sie RV und wählen Sie einen Wert aus der Reihe E24.
- d) **Schaltvorgang**
- Bei welchem Schaltvorgang ist T1 gefährdet?
 - Zeichnen Sie die Freilaufdiode D1 ein.
 - Geben Sie die Mindestwerte für $U_{R\text{max}}$ und $I_{F\text{max}}$ von D1 an.
 - Schätzen Sie den Worst-Case-Wert von u_{CE} beim Schaltvorgang ab.

/ 20
 / 2
 / 4
 / 7
 / 7

3 BJT als Schalter (2)

/ 15

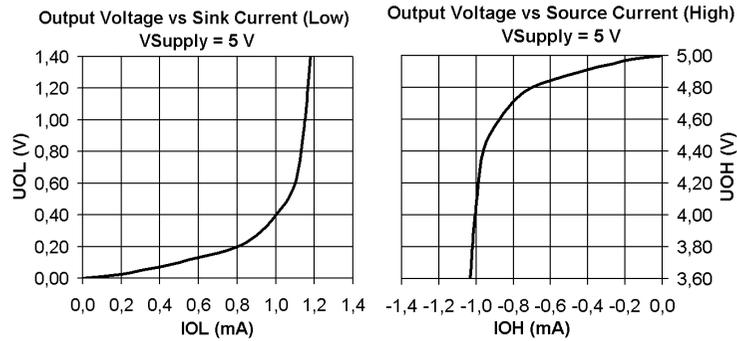


Abb. 3.1: Ansteuerschaltung – Output Characteristics

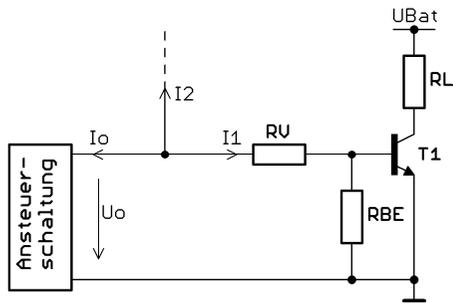


Abb. 3.2:
Schaltungsauszug
mit Transistor

Gegeben: $I_2 = \{-1,0; +0,5\}$ mA; Si-Dioden: $U_{Th} = 0,5$ V; $U_{BEsat} = 0,7$ V;
 Hinweis: die Kenntnis von $\{U_{Bat}; RL; RBE\}$ ist zur Lösung nicht erforderlich

a) Teilstrom I_2

/ 2

Ordnen Sie die Werte von I_2 den Größen I_{2L} ($U_O \hat{=} L$) und I_{2H} ($U_O \hat{=} H$) zu.

b) T1 „Aus“; $I_1 \rightarrow 0$.

/ 6

- b1) Geben Sie den Logikpegel {L; H} von U_O an.
- b2) Ermitteln Sie den Worst-Case-Wert von U_O in Volt.
- b3) Modifizieren Sie die Schaltung in Abb. 3.2 so, dass T1 sicher sperrt.

c) T1 „Ein“; $I_1 = 0,5$ mA.

/ 7

- c1) Geben Sie den Logikpegel {L; H} von U_O an.
- c2) Ermitteln Sie den Worst-Case-Wert von U_O in Volt.
- c3) Berechnen Sie RV und wählen Sie einen Wert aus der Reihe E24.

4 BJT als Kleinsignalverstärker (1)

/ 18

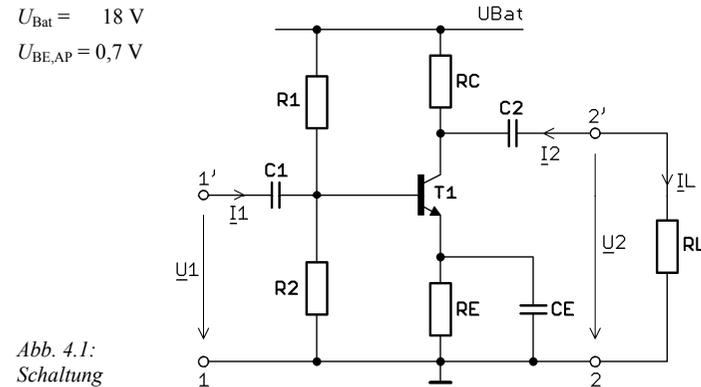


Abb. 4.1:
Schaltung

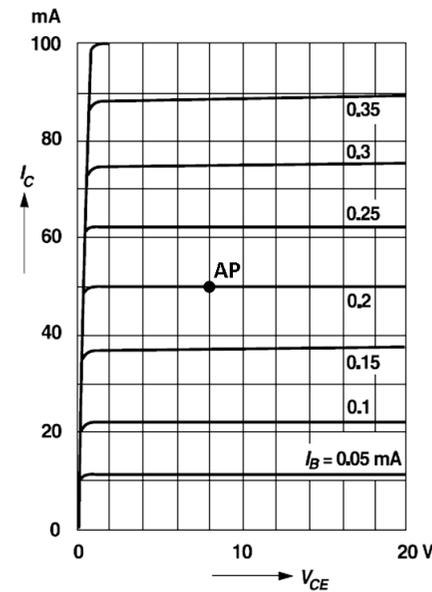


Abb. 4.2:
Ausgangs-
kennlinienfeld
mit Arbeitspunkt

– Aufgaben auf dem nächsten Blatt –

4 BJT als Kleinsignalverstärker (1)

a) **Arbeitspunkt und statische Arbeitsgerade**

- a1) Um welche Grundschtaltung handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.
 Der Arbeitspunkt ist in Abb. 4.2 gegeben.
 a2) Zeichnen Sie die statische Arbeitsgerade AGS in Abb. 4.2 ein.
 a3) Berechnen Sie R_C und R_E , wenn $U_{RE,AP}$ 15% von U_{Bat} beträgt.

/ 8

b) **Basisspannungsteiler**

- b1) Ermitteln Sie $I_{B,AP}$ aus Abb. 4.2.
 b2) Berechnen Sie den Basisspannungsteiler für den Querstromfaktor $q = 5$.

/ 4

c) **Dynamische Arbeitsgerade AGD**

Zeichnen Sie in Abb. 4.2 die dynamische Arbeitsgerade AGD für $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ein.

/ 4

d) **Polarität der Kondensatoren**

Abb. 4.1: die (nicht gezeichnete) Vorstufe liefert u_1 mit $\bar{u}_1 \cong U_{Bat}/2$. Tragen Sie bei allen Kondensatoren den „+“-Pol ein.

/ 2

5 BJT als Kleinsignalverstärker (2)

/ 10

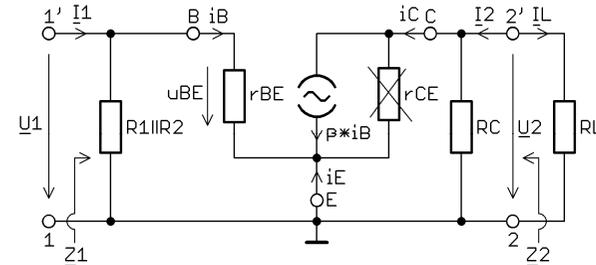


Abb.5: Kleinsignal-Ersatzschaltbild (KS-ESB)

Gegeben: $I_{B,AP} = 180 \mu\text{A}$; $R_1 \parallel R_2 = 2,5 \text{ k}\Omega$; $R_C = 150 \Omega$; $R_L = 1 \text{ k}\Omega$; $\beta = 275$
 (die gegebenen Werte entsprechen **nicht** den Lösungen aus Aufg. 4)

- a) Mit dem gegebenen KS-ESB:
 a1) berechnen Sie r_{BE} bei Raumtemperatur (Näherung genügt);
 a2) ermitteln Sie die Spannungsverstärkung nach Betrag und Phase.
 b) Geben Sie das Spannungsübertragungsmaß in dB an.

/ 7

/ 3

Anhang 1: Formeln

Geradengleichung

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Wärmewiderstand R_{th}

$$P_V = \frac{\Delta \vartheta_{12}}{R_{th12}}$$

BJT: Basisableitwiderstand R_{BE}

$$R_{BE_{max}} = \frac{0,2 \text{ V}}{|I_{CBO_{max}}|} \quad (\text{Silizium})$$

BJT: Arbeitsgeraden im Ausgangskennlinienfeld, gegebene Schaltung in Aufg. 4 / 5

– Gleichstromwiderstand R_G

$$R_G = R_C + R_E$$

– Dynamischer Widerstand R_D

$$R_D = R_C \parallel R_L$$

BJT: Differentieller Widerstand Basis-Emitter-Strecke r_{BE}

$$r_{BE} \cong \frac{U_T}{I_{B,AP}}$$

$$U_T = \frac{k \cdot T}{e} \quad \text{Temperaturspannung}$$

$$k \cong 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \quad \text{Boltzmann-Konstante}$$

$$T \quad \text{absolute Temperatur}$$

$$e \cong 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ As} \quad \text{Elementarladung}$$

Anhang 2: E-Reihen E6 ... E96 nach DIN IEC 60063

E96 ±1 %	E48 ±2 %	E24 ±5 %	E12 ±10 %	E6 ±20 %	E96 ±1 %	E48 ±2 %	E24 ±5 %	E12 ±10 %	E6 ±20 %
1,00	1,00	1,0	1,0	1,0	3,16	3,16	3,3	3,3	3,3
1,02					3,24				
1,05					3,32				
1,07	1,10	1,1	1,2	1,0	3,40	3,48	3,6	3,9	3,3
1,10					3,48				
1,13					3,57				
1,15	1,15	1,2	1,3	1,2	3,65	3,65	3,9	4,3	3,3
1,18					3,74				
1,21					3,83				
1,24	1,2	1,3	1,5	1,2	3,92	3,83	3,9	4,7	3,3
1,27					4,02				
1,30					4,12				
1,33	1,33	1,5	1,6	1,2	4,22	4,22	4,3	4,7	3,3
1,37					4,32				
1,40					4,42				
1,43	1,40	1,5	1,8	1,5	4,53	4,42	4,7	5,1	4,7
1,47					4,64				
1,50					4,75				
1,54	1,54	1,6	1,8	1,5	4,87	4,87	5,1	5,6	4,7
1,58					4,99				
1,62					5,11				
1,65	1,62	1,8	2,0	1,5	5,23	5,11	5,6	6,2	4,7
1,69					5,36				
1,74					5,49				
1,78	1,78	2,0	2,2	1,5	5,62	5,62	6,2	6,8	4,7
1,82					5,76				
1,87					5,90				
1,91	1,87	2,2	2,7	1,8	6,04	5,90	6,8	7,5	4,7
1,96					6,19				
2,00					6,34				
2,05	2,05	2,7	3,0	2,2	6,49	6,19	7,5	8,2	4,7
2,10					6,65				
2,15					6,81				
2,21	2,15	3,0	3,6	2,2	6,98	6,81	8,2	9,1	4,7
2,26					7,15				
2,32					7,32				
2,37	2,37	3,6	4,3	2,7	7,50	7,50	9,1	10,6	4,7
2,43					7,68				
2,49					7,87				
2,55	2,49	4,3	5,0	3,0	8,06	7,87	9,1	11,2	4,7
2,61					8,25				
2,67					8,45				
2,74	2,74	5,0	6,0	3,6	8,66	8,66	10,6	12,6	4,7
2,80					8,87				
2,87					9,09				
2,94	2,87	6,0	7,0	4,3	9,31	9,09	12,6	14,5	4,7
3,01					9,53				
3,09					9,76				