

Aufgabenblätter inkl. Deckblatt	11	Anzahl Lösungsbogen _____
------------------------------------	----	------------------------------



DHBW Mannheim-Eppelheim

**Elektronik und Mikrocontrollertechnik (ELMI)
TMT17SI1**

Rev. 1.2.0

Klausur 2018/12

Dozent Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer **Datum** 05.12.2018

Matrikelnummer auf jedem Blatt/Bogen (Aufgaben und Lösungen) in der Kopfzeile eintragen

Studienjahrgang TMT17SI1

Hilfsmittel Taschenrechner, Formelsammlung 1 Blatt **Zeit** 120 min

Bewertung Punktzahl 100% _____ Erreichte Punktzahl _____

Datum, Signum _____ Ergebnis _____

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	Leistung: Derating, Kühlung	2-3	4	2	2	4	4	6	22
2	Z-Diode	4-5	2	6	4	10			22
3	BJT als Schalter	6-7	2	12	2	6	2		24
4	BJT als Kleinsignalverstärker	8-9	8	8	6	2	6		30
5	OP-Schaltung	10	2	8	5	5			20
Anhang		11	E-Reihen IEC 60063						

Anmerkungen

118

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

1 Leistung: Derating, Kühlung

/ 22

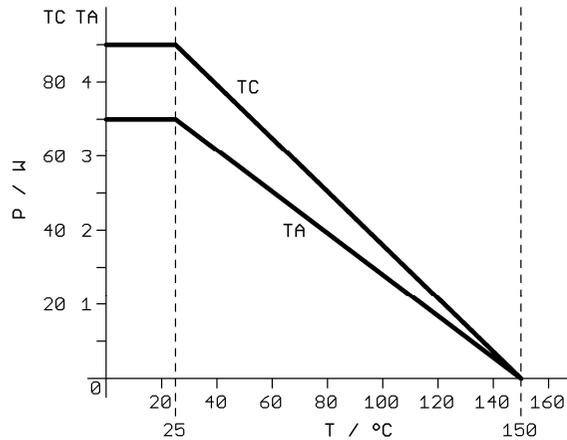


Abb. 1.1: Derating

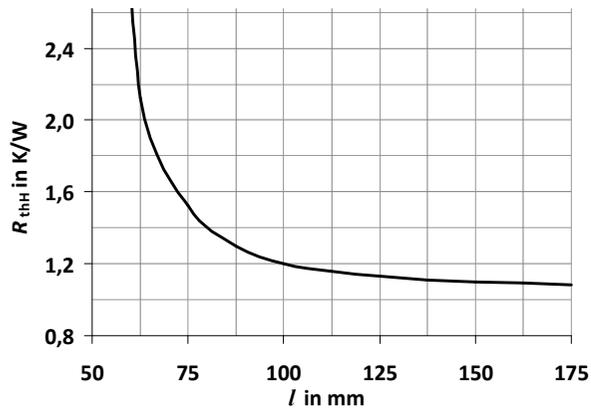


Abb. 1.2: Wärmewiderstand Kühlkörper

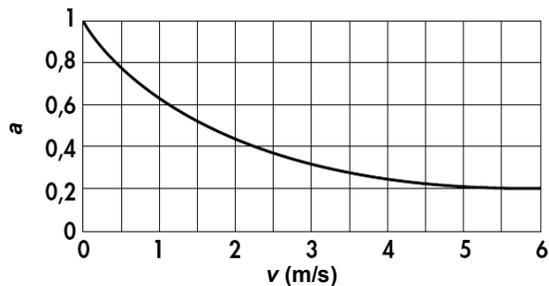


Abb. 1.3: Faktor forcierte Kühlung

1 Leistung: Derating, Kühlung (fortgesetzt)

Diagramme: Tragen Sie Hilfslinien zum Auslesen von Werten ein

- a) Abb. 1.1: Ermitteln Sie: / 4
 - den absoluten Grenzwert ϑ_{jmax} des Bauteil;
 - die Wärmewiderstände R_{thJA} und R_{thJC} (Rechenweg!)
- b) Die Sperrschichttemperatur ist auf $\vartheta_{zul} = 130^\circ\text{C}$ zu begrenzen. Welche Auswirkung hat dies auf die Knicktemperatur ϑ_{Knick} , welche auf die Wärmewiderstände? / 2

Montage in freier Luft

$\vartheta_{zul} = 130^\circ\text{C}$; $\vartheta_a = [-25^\circ\text{C}; +60^\circ\text{C}]$

- c) $R_{thJA} := 35 \text{ K/W}$. Ermitteln Sie P_{zul} . / 2

Montage auf Kühlkörper mit einer Montagescheibe ($R_{thM} = 0,2 \text{ K/W}$).

$\vartheta_{zul} = 130^\circ\text{C}$; $\vartheta_a = [-25^\circ\text{C}; +60^\circ\text{C}]$

- d) Abb. 1.4: Skizzieren Sie das vereinfachte Thermische ESB und benennen Sie die Bauteile. / 4
- e) $R_{thJC} := 1,4 \text{ K/W}$. Berechnen Sie die erforderliche Länge des Kühlkörperprofils für $P_{zul} = 25 \text{ W}$. / 4
- f) $R_{thH}(0) := 1,3 \text{ K/W}$. Wie groß wird P_{zul} , wenn zusätzlich ein Lüfter mit einer effektiven Strömungsgeschwindigkeit von 2,25 m/s eingesetzt wird? / 6

Abb. 1.4: Vereinfachtes Thermisches ESB (Lösung)

2 Z-Diode

/ 22

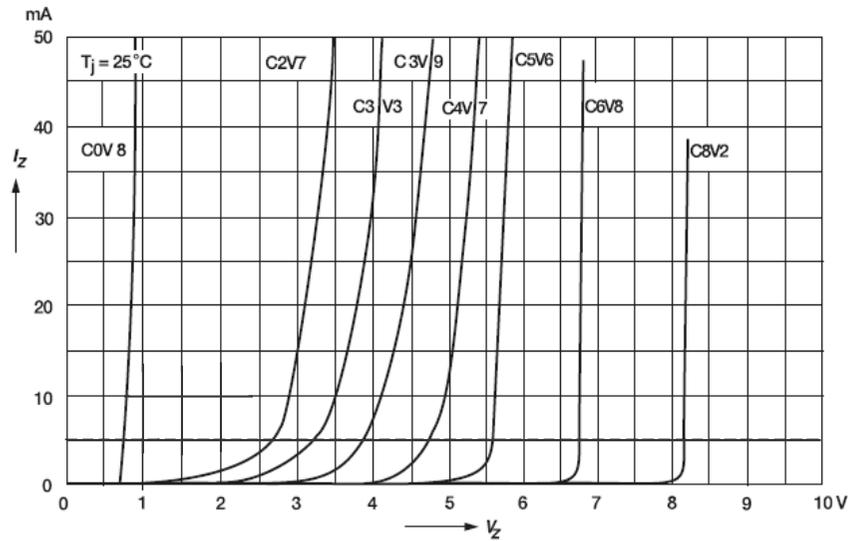


Abb. 2.1: Kennlinien Z-Dioden (Sperrbereich)

ZD1: Z-Diode ...-C2V7

- a) Welchen Wert hat der Test-Current von ZD1? / 2
- b) Abb. 2.1: $U_0 = 10 \text{ V}$; Vorwiderstand: $R_{V1} = 250 \Omega$. Konstruieren Sie grafisch den Arbeitspunkt AP von ZD1 und geben Sie die Zahlenwerte an. / 6

Eine ZD-Diode ZD2 wird durch eine Knickkennlinie (4,7 V | 0) modelliert.

AP = (5,25 V | 35 mA); $R_{V2} = 680 \Omega$

- c) Abb. 2.2 auf dem nächsten Blatt: Skizzieren und pfeilen Sie das ESB von ZD2. Benennen Sie die Bauteile. / 4
- d) Dem Arbeitspunkt wird ein harmonischer Strom mit $\hat{I} = 10 \text{ mA}$ überlagert. Berechnen Sie auf 4 signifikante Stellen: / 10
 - den Leistungsumsatz P_{ZD} in ZD2;
 - den Leistungsumsatz P_{RV} in RV2.

- weiter auf dem nächsten Blatt -

2 Z-Diode (fortgesetzt)

Abb. 2.2: ZD – Ersatzschaltbild für Modellierung als Knickkennlinie (Lösung)

3 BJT als Schalter

/ 24

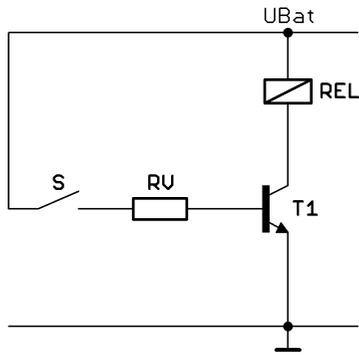


Abb. 3.1: Schaltung

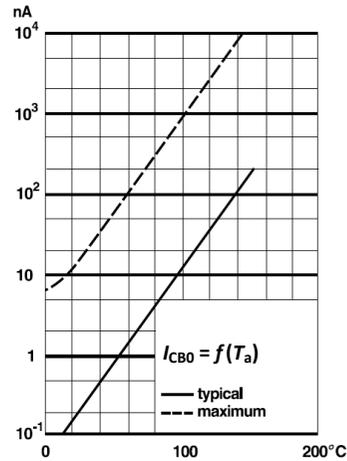


Abb. 3.2: Datenblattauszug

Daten: $U_{Bat} = 12\text{ V}$; $U_{BEon} = 1\text{ V}$; U_{CEsat} : vernachlässigt; REL: 12 V / 3,3 W;
 $\vartheta_a = [-40; +90]^\circ\text{C}$; Übersteuerungsfaktor $m = 2,5$; Si-Transistor T1: ...-25

DC Current Gain h_{FE}

Parameter	Current Group	Min	Typ	Max	Unit
$I_C = 100\text{ mA}$	- 16	100	160	250	./.
$I_C = 100\text{ mA}$	- 25	160	250	400	./.
$I_C = 100\text{ mA}$	- 40	250	400	630	./.
$I_C = 300\text{ mA}$	- 15	60	120	./.	./.
$I_C = 300\text{ mA}$	- 25	100	200	./.	./.
$I_C = 300\text{ mA}$	- 40	170	230	./.	./.

Tab. 3.1: Datenblatt-Auszug

Diagramme: Tragen Sie Hilfslinien zum Auslesen von Werten ein

Tabellen: Kreisen Sie ausgewählte Werte an

- weiter auf dem nächsten Blatt -

3 BJT als Schalter (fortgesetzt)

- a) Abb. 3.1: Modifizieren Sie die Schaltung so, dass T1 sicher sperrt. / 2
- b) Berechnen Sie die Widerstände im Steuerkreis. Wählen Sie Werte aus der Reihe E24. / 12
- c) Abb. 3.1: Bei welchem Schaltvorgang ist T1 bei der gegebenen Last gefährdet? / 2
- d) Freilaufdiode FD (Universaldiode): / 6
 - Abb. 3.1: Zeichnen Sie FD ein;
 - ermitteln Sie die minimal zulässigen Werte für I_{Fmax} und U_{Rmax} ;
 - schätzen Sie u_{CEmax} von T1 ab.
- e) Welchen wesentlichen Nachteil hat der Einsatz von FD? / 2

4 BJT als Kleinsignalverstärker

/ 30

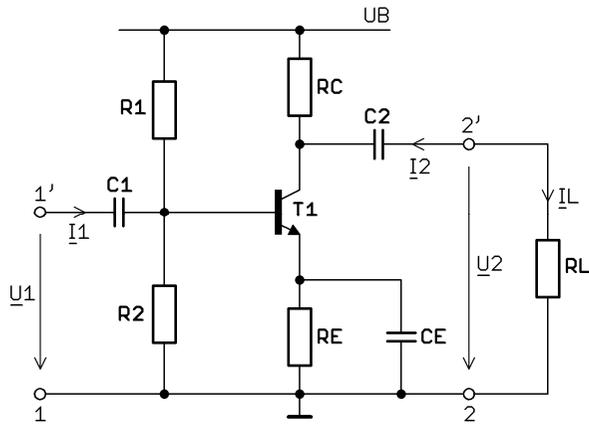


Abb. 4.1: Schaltung

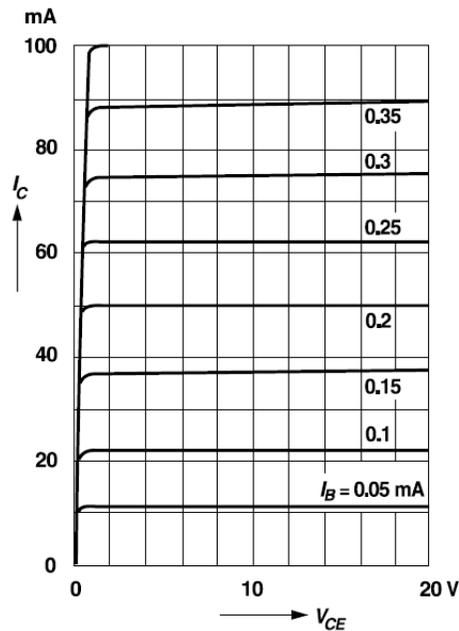


Abb. 4.2: Ausgangskennlinienfeld

– weiter auf dem nächsten Blatt –

4 BJT als Kleinsignalverstärker (fortgesetzt)

Daten

$U_B = 18 \text{ V}; U_{CE,AP} = U_{RC,AP}; U_{BE,AP} = 0,7 \text{ V}; R_L = 470 \Omega$

Lastkreis; AP = (8 V | 50 mA)

- a) – Abb. 4.2: Zeichnen Sie den Arbeitspunkt AP ein. / 8
- Abb. 4.2: Zeichnen Sie die statische Arbeitsgerade AGS ein.
- Ermitteln Sie die Zahlenwerte von RE und RC.
- b) – Abb. 4.2: Zeichnen Sie die dynamische Arbeitsgerade AGD ein. / 8
- Ermitteln Sie grafisch $U_{2eff,max}$ einer harmonischen Ausgangsspannung.

Basis-Spannungsteiler

- c) – Abb. 4.2: Ermitteln Sie $I_{B,AP}$. / 6
- Ermitteln Sie die Zahlenwerte von R1 und R2 für den Querstromfaktor $q = 5$.

Polung Kondensatoren

- d) Abb. 4.2: $\bar{u}_1(t) = 0$. Zeichnen Sie bei allen C den „+“-Pol ein. / 2

Kleinsignal-Ersatzschaltbild: Spannungs-Übertragungsfunktion

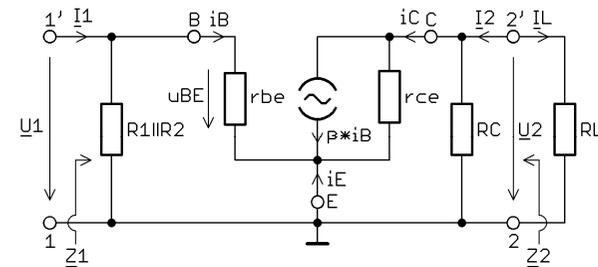


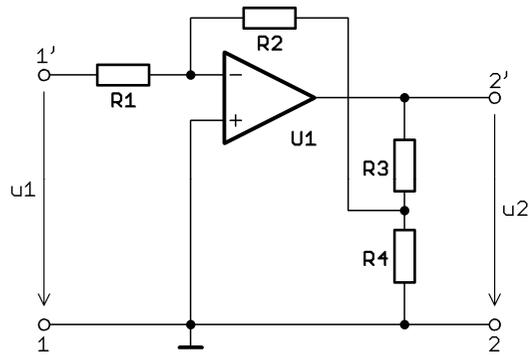
Abb.4.3: Kleinsignal-Ersatzschaltbild (KS-ESB)

$R1 = 10 \text{ k}\Omega; R2 = 2,2 \text{ k}\Omega; r_{CE} \rightarrow \infty; RC = 220 \Omega; RL = 1 \text{ k}\Omega; I_{B,AP} = 200 \mu\text{A}; \beta = 200$

- e) – Geben Sie die Phase $\varphi(\omega)$ an. / 6
- Berechnen Sie die Betragsübertragungsfunktion $|v_u|$ als Zahl und in dB.

5 OP-Schaltung

/ 20



$u_1 = +1 \text{ V}$
 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$
 $R_3 = 30 \text{ k}\Omega$
 $R_4 = 40 \text{ k}\Omega$
 $U_{\text{amax}} = \pm 12 \text{ V}$

Abb. 5.1:
Schaltung
und Daten

- a) Um welche prinzipielle Grundschialtung handelt es sich? / 2
- b) R_4 wie angegeben. Ermitteln Sie u_2 durch Berechnung von Potenzialen / Spannungen und Strömen. / 8

Skizzieren Sie im Folgenden zunächst die jeweils sich ergebende Schaltung.

- c) Durch einen Lötfehler stellt R_4 eine Unterbrechung dar. Welchen Wert nimmt u_2 an? / 5

Abb. 5.2:
Schaltung
 $R_4 \rightarrow \infty$
(Lösung)

- d) Durch einen Lötfehler stellt R_4 einen Kurzschluss dar. Welchen Wert nimmt u_2 an? / 5

Abb. 5.3:
Schaltung
 $R_4 = 0$
(Lösung)

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