

DHBW-MaEP EL1 Klausur 2018/12 R.Bayer MUSTERLÖSUNG r1.2.0

Klausur 2018/12 r120

TMT17AM2 Bayer

DHBW-MaEP EL1

DHBW Mannheim-Eppelheim · TMT17AM2
Elektronik 1 (EL1) · Klausur 2018/12 · Bayer

Matrikel-Nr.:

Blatt 1 / 9

Aufgabenblätter
inkl. Deckblatt

9

Anzahl
LösungsbogenDHBW Mannheim-Eppelheim
Elektronik 1 (EL1)
TMT17AM2

Rev. 1.2.0

Klausur 2018/12

Dozent Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer Datum 07.12.2018

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

Studienjahrgang TMT17AM2

Hilfsmittel Taschenrechner, Formelsammlung 1 Blatt Zeit 60 min

Bewertung Punktzahl 100% Erreichte Punktzahl

Datum, Signum Ergebnis

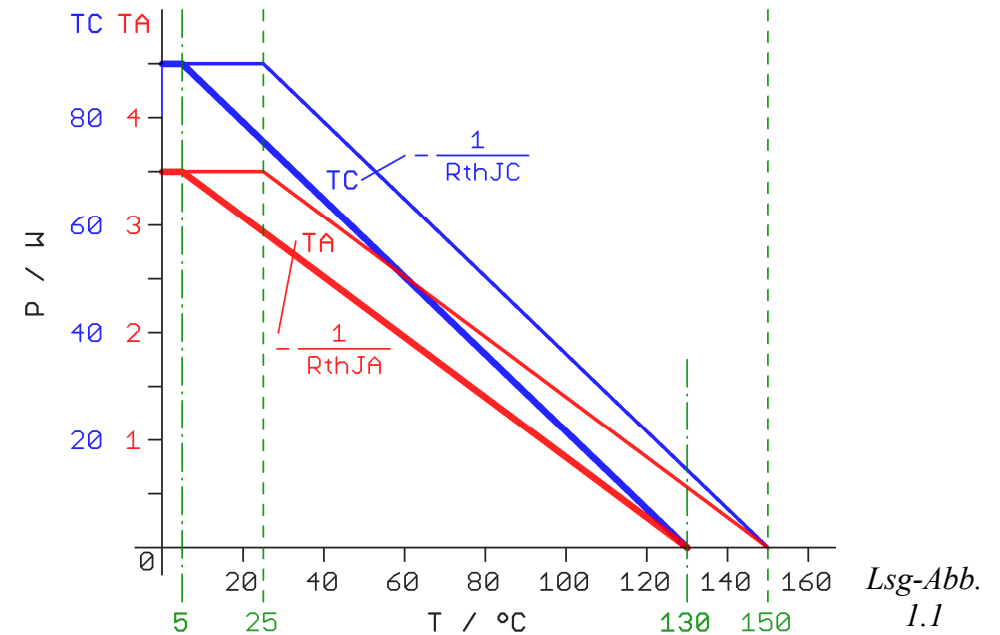
Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	Leistung: Derating, Kühlung	2-3	4	2	2	4	4	6	22
2	Z-Diode	4-5	2	6	4	10			22
3	Diode: Anwendung	6	8						8
4	BJT als Schalter	7-8	2	12	2	6	2		24
	Anhang	9	E-Reihen IEC 60063						

Anmerkungen

76

1 Leistungs-Derating, Kühlung

22



a) aus Afg-Abb. 1.1:

$$\vartheta_{jmax} = 150^\circ\text{C} \quad (P = 0)$$

$$R_{thJA} = \frac{\vartheta_{jmax} - \vartheta_{Knick}}{P_{max}} = \frac{(150 - 25)^\circ\text{C}}{3,5 \text{ W}} = 35,7 \text{ K/W}$$

$$R_{thJC} = \frac{\vartheta_{jmax} - \vartheta_{Knick}}{P_{max}} = \frac{(150 - 25)^\circ\text{C}}{90 \text{ W}} = 1,39 \text{ K/W}$$

- b) – ϑ_{Knick} sinkt ebenfalls um 20 K, also auf 5°C (die Temp.-Differenz $\Delta\vartheta = \Delta T$ bleibt bei 125 K, was einer Parallelverschiebung des das Derating darstellenden Geradenabschnitts entspricht und durch das Intervall $[\vartheta_{Knick}; \vartheta_{jmax}$ bzw. $\vartheta_{Jzul}]$ definiert ist)
- Die Wärmewiderstände ändern sich *nicht*

– weiter auf dem nächsten Blatt –

1 Leistungs-Derating, Kühlung (fortgesetzt)

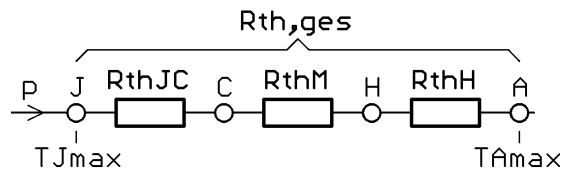
c) vorgeg.: $R_{thJA} = 35 \text{ K/W}$; geg: $\vartheta_{Amax} = 60^\circ\text{C}$

2

$$P_{zul} = \frac{\vartheta_{Jmax} - \vartheta_{Amax}}{R_{thJA}} = \frac{(130 - 60)\text{K}}{35 \text{ K/W}} = 2 \text{ W}$$

d)

4



Lsg-Abb. 1.2

e) vorgeg.: $R_{thJC} = 1,4 \text{ K/W}$; geg: $\vartheta_{Amax} = 60^\circ\text{C}$

4

$$R_{th,ges} = \frac{\vartheta_{Jmax} - \vartheta_{Amax}}{P_{zul}} = \frac{(130 - 60)\text{K}}{25 \text{ W}} = 2,8 \text{ K/W}$$

$$R_{th,ges} = R_{thJC} + R_{thM} + R_{thH}$$

$$R_{thH} = R_{th,ges} - R_{thJC} - R_{thM}$$

$$R_{thH} = (2,8 - 1,4 - 0,2) \text{ K/W} = 1,2 \text{ K/W}$$

abgelesen aus Afg-Abb. 1.1: $l_1 = 100 \text{ mm}$ f) abgelesen aus Afg-Abb. 1.3: $a = 0,4$

6

vorgeg.: $R_{thH}(0) = 1,3 \text{ K/W}$

$$a = \frac{R_{thH}(v)}{R_{thH}(0)} \rightarrow$$

$$R_{thH}(v) = a \cdot R_{thH}(0) = 0,4 \cdot 1,3 \text{ K/W} = 0,52 \text{ K/W}$$

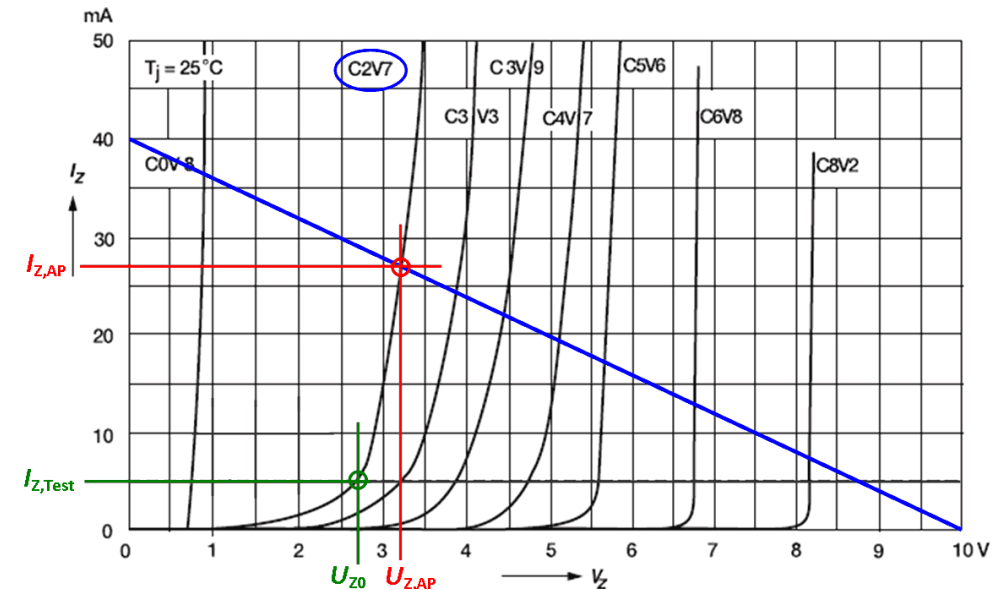
$$R_{th,ges} = R_{thJC} + R_{thM} + R_{thH}(v) = (1,4 + 0,2 + 0,52) \text{ K/W}$$

$$R_{th,ges} = 2,12 \text{ K/W}$$

$$P_{zul} = \frac{\vartheta_{Jmax} - \vartheta_{Amax}}{R_{th,ges}} = \frac{(130 - 60)\text{K}}{2,12 \text{ K/W}} = 33 \text{ W}$$

2 Z-Diode

22



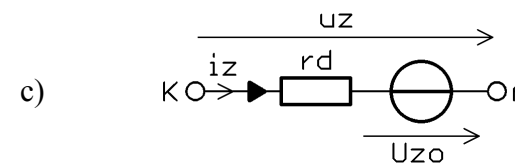
Lsg-Abb. 2.1

a) aus Afg-Abb. 2.1: $I_{Z,Test} = 5 \text{ mA}$ ($U_Z = U_{Z0} = 2,7 \text{ V}$)

2

b) $U_Z |_{I_Z=0} = U_0 = 10 \text{ V}$; $I_Z |_{U_Z=0} = \frac{U_0}{R_V} = \frac{10 \text{ V}}{250 \Omega} = 40 \text{ mA}$

6

s. Lsg-Abb. 3.1: $AP = (3,2 \text{ V} | 27 \text{ mA})$ 

c)

Lsg-Abb. 2.2

4

– weiter auf dem nächsten Blatt –

2 Z-Diode (fortgesetzt)

$$\text{d) } \underline{R_D} = \frac{U_{Z,AP}}{I_{Z,AP}} = \frac{5,25 \text{ V}}{35 \text{ mA}} = \underline{150,0 \Omega} \quad 10$$

$$\underline{r_d} = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z} = \frac{U_{Z,AP} - U_{Z,Nenn}}{I_{Z,AP} - 0} = \frac{(5,25 - 4,7)V}{35 \text{ mA}} = \underline{15,71 \Omega}$$

$$P_{\text{ZD}} = I_{\text{Z,AP}}^2 \cdot R_{\text{D}} + \frac{\hat{I}^2}{2} \cdot r_{\text{d}}$$

$$P_{ZD} = (35 \text{ mA})^2 \cdot 150,0 \, \Omega + \frac{(10 \text{ mA})^2}{2} \cdot 15,71 \, \Omega$$

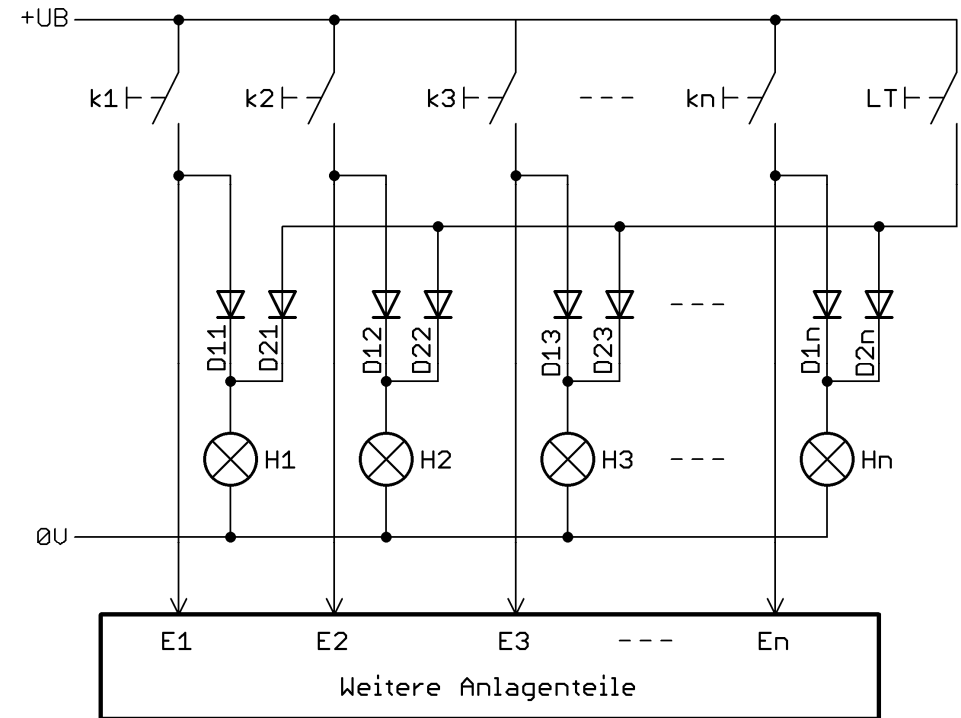
$$\underline{\underline{P_{ZD}}} = \underbrace{183,8 \text{ mW}}_{\text{AP}} + \underbrace{0,7855 \text{ mW}}_{\text{Aussteuerung}} = \underline{\underline{184,5 \text{ mW}}}$$

$$P_{\text{RV}} = \underbrace{\left[I_{Z,\text{AP}}^2 + \frac{\hat{I}^2}{2} \right]}_{I_{\text{eff,ges}}^2} \cdot \text{RV} = \left[(35 \text{ mA})^2 + \frac{(10 \text{ mA})^2}{2} \right] \cdot 680 \, \Omega$$

$$\underline{\underline{P_{RV}}} = \underbrace{833,0 \text{ mW}}_{\text{AP}} + \underbrace{34,00 \text{ mW}}_{\text{Aussteuerung}} = \underline{\underline{867,0 \text{ mW}}}$$

3 Dioden: Anwendung

8



Lsg-Abb. 3

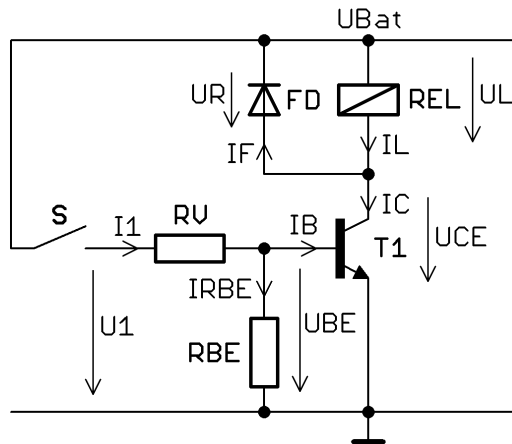
(Dioden **D_{2i}** realisieren die eigentliche Lampentest-Funktion; sie entkoppeln die Leuchtmelder **H_i** untereinander.

Dioden **D1_i** stellen die Rückwirkungsfreiheit zu den weiteren Anlagenteilen (**E_j**) her.

D1_i und **D2_i** bilden somit jeweils eine rückwirkungsfreie ODER-Funktion:
 $H_i = k_i \vee LT$; $E_i = k_i$.)

4 BJT als Schalter

24



Lsg-Abb. 4

- | | |
|---|----|
| a) Basis-Emitter-Ableitwiderstand RBE, s. Lsg-Abb. 4. | 2 |
| b) U_{CEsat} vernachlässigt $\rightarrow U_{\text{CEsat}} = 0$ | 12 |

Last (T1 leitet)

Relais REL: 12 V / 3,3 W $\rightarrow$

$$I_L = I_C = P_{REL} / U_{REL} = 3,3 \text{ W} / 12 \text{ V} = 275 \text{ mA}$$

aus Afg-Tab. 4 mit $T_1 = \dots -25$ (Current Group) u. dem nächstgelegenen Wert für $I_C = 300$ mA: $B_{\min} = 100$

RBE (T1 sperrt; $I_1 = 0$; $I_{CB0} = I_{RBE}$ in Lsg-Abb. 4)

I_{CB0} : maßgebend ist $\mathcal{G}_{a,\max}$; aus Afg-Abb. 4.2 liest man ab (Kurve „Maximum“): $I_{CB0,\max} = 500 \text{ nA}$

$$\text{Si-Transistor: } \underline{\underline{\text{RBE}_{\max}}} = \frac{0,2 \text{ V}}{I_{\text{CB0,max}}} = \frac{0,2 \text{ V}}{500 \text{ nA}} = \underline{\underline{400 \text{ k}\Omega}}$$

$$\text{RBE}_{\text{E24}} = 360 \text{ k}\Omega;$$

Probe obere Tolerangrenze: $1,05 \cdot 360 \text{ k}\Omega = 387 \text{ k}\Omega < 400 \text{ k}\Omega$

4 BJT als Schalter (fortgesetzt)

RV (T1 leitet)

$$\underline{I_B^*} = \frac{I_C}{B_{\min}} = \frac{275 \text{ mA}}{100} = \underline{\underline{2,75 \text{ mA}}};$$

$$I_B = m \cdot I_B^* = 2,5 \cdot 2,75 \text{ mA} = 6,88 \text{ mA}$$

$$\frac{I_{RBE}}{RBE_{F24}} = \frac{U_{BEon}}{360 \text{ k}\Omega} = \frac{1 \text{ V}}{360 \text{ k}\Omega} = 2,78 \mu\text{A} \ll I_B \rightarrow I_1 \cong I_B$$

$$\underline{\underline{RV}} = \frac{U_{\text{Bat}} - U_{\text{BEon}}}{I_1} = \frac{(12-1)V}{6,88 \text{ mA}} = \underline{\underline{1,60 \text{ k}\Omega}} \quad (\text{mit } U_{\text{Bat}} = U_1)$$

$$\underline{RV_{E24} = 1,60 \text{ k}\Omega}$$

- c) REL: ohmsch-induktive Last $\rightarrow$ 2
beim Ausschalten (Gegeninduktionsspannung)
- d) – s. Lsg-Abb. 4 6
– $\underline{I_{FM}} = I_L = I_C = \underline{275 \text{ mA}}$; $\underline{U_{RM}} = U_{Bat} = \underline{12 \text{ V}}$
(in der Praxis Sicherheitszuschläge)
– „Einschalten“ von FD: Spannungsüberhöhung $u_F(0+) \cong 2,5 \text{ V}$
 $u_{CEmax} = u_{CE}(0+) \cong U_{Bat} + u_F(0+) = (12 + 2,5) \text{ V} = \underline{14,5 \text{ V}}$
- e) Wesentliche Verlängerung der Abfallzeit von REL 2