

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



DHBW Mosbach
Elektronik II (ELTRO2)
MT17B, Bayer Rev. 1.2.0 **Klausur 2019/03**

Dozent	Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer	Datum	27.03.2019
Matrikelnummer	auf jede Kopfzeile (Aufgaben, Lösungen)	Studienjahrgang	MT17B
Hilfsmittel	TR, Formelsammlung 4 Seiten, Blatt „Log. Skalierung“	Zeit	120 min
Bewertung	Punktzahl 100% _____ Punkte _____ % _____	Korrektur	_____ Note _____

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	Transformator	2	7	2	10	5			24
2	BJT: Schalter	3-4	3	12	3	2	6	2	28
3	BJT: KS-Verstärker	5-6	8	9	5	2	3	5	32
4	MOSFET (IGFET): Leistungsschalter	7	6	4					10
5	OP: Schaltungsanalyse	8	8	4	6				18
6	OP: Frequenzabhängige Gegenkopplung	9-10	4	5	6	4	3		22
Anhang: E-Reihen nach DIN IEC 60063		11	X						
Anmerkungen									134

1 Transformator

/ 24

$N_1 = 2\,000$; $N_2 = 245$; $U_1 = 230\text{ V} / 50\text{ Hz}$; $X_{T\sigma} = 250\ \Omega$.

Mit einem Widerstandsmessgerät erhält man am unbeschalteten Trafo auf der Primärseite $60\ \Omega$ und auf der Sekundärseite $0,12\ \Omega$ im betriebswarmen Zustand.

Last: Reihenschaltung $R = 5\ \Omega$; $C = 470\ \mu\text{F}$.

- Skizzieren Sie in Abb. 1 unten das galvanische ESB (gESB) inklusive Last, wenn X_H und R_{FE} vernachlässigt werden:
 - Benennen Sie die Klemmen und Bauelemente;
 - pfeilen Sie Spannungen und Ströme an den Klemmen.
- Handelt es sich um einen Aufwärts- oder Abwärtstrafo? Begründung (Stichwort)!
- Welche Impedanzart sieht das speisende Netz? Begründung!
- Berechnen Sie U_2 (Betrag).

/ 7
/ 2
/ 10
/ 5

Abb. 1: Resultierendes gESB

2 BJT: Schalter

/ 28

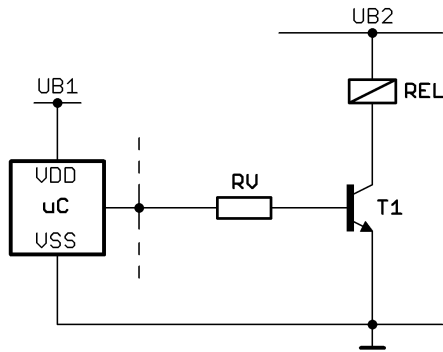


Abb. 2.1: Schaltung

Daten Stromversorgung: $U_{B1} = 3,3 \text{ V}$; $U_{B2} = 24 \text{ V}$
 T1: Si-npn; $U_{BEon} = 0,8 \text{ V}$; U_{CEsat} vernachlässigt;
 Stromverstärkungsklasse „-40“
 Dioden, falls nicht anders angegeben: $U_{TH} = 0,7 \text{ V}$
 Übersteuerungsfaktor $m = 2,5$
 REL: 3,0 W
 $\vartheta_a = [-25; +60]^\circ\text{C}$

Transistor

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. 2.1: T1 – Datenblatt-Auszug h_{FE}

Diagramm: Tragen Sie Hilfslinien zum Auslesen von Werten ein
 Tabellen: Kreisen Sie ausgewählte Werte an

– Aufgaben auf dem nächsten Blatt –

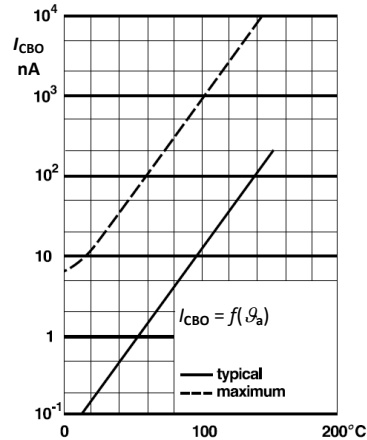


Abb. 2.2: T1 – Datenblattauszug

uC Output

Characteristics

I_O	$\pm 10 \text{ mA}$
U_{OLmin}	VSS
U_{OLmax}	VSS + 0,4 V
U_{OHmin}	VDD - 0,4 V
U_{OHmax}	VDD

Tab. 2.2:
uC – Datenblattauszug
Ausgangsstufe

2 BJT: Schalter (fortgesetzt)

- Abb. 2.1: Modifizieren Sie die Schaltung so, dass T1 sicher sperrt. / 3
- Steuerkreis: / 12
 - Berechnen Sie die Widerstände.
 - Wählen Sie anschließend Werte aus der Reihe E24.
- Berechnen Sie für T1: / 3
 - P_{on} bei $U_{CEsat} = 1 \text{ V}$ (Näherung);
 - \hat{P}_{SO} (Last REL sei rein ohmsch).
- Bei welchem Schaltvorgang ist T1 bei der gegebenen Last hauptsächlich gefährdet? / 2
- Freilaufdiode FD (Universaldiode): / 6
 - Abb. 2.1: Zeichnen Sie FD ein;
 - ermitteln Sie die minimal erforderlichen Werte von I_{Fmax} und U_{Rmax} ;
 - schätzen Sie u_{CEmax} von T1 ab.
- Welchen wesentlichen Nachteil hat der Einsatz von FD? / 2

3 BJT: Kleinsignalverstärker

/ 32

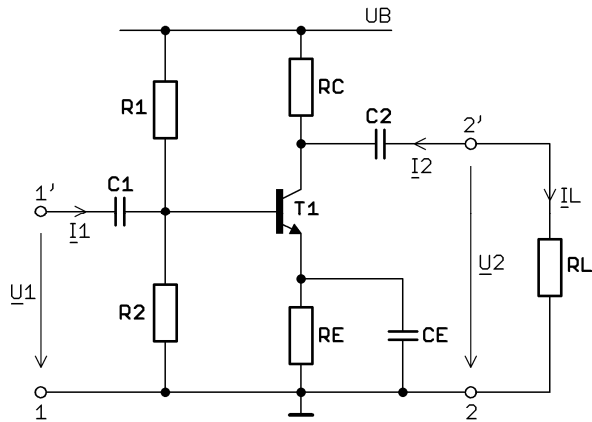


Abb. 3.1: Schaltung

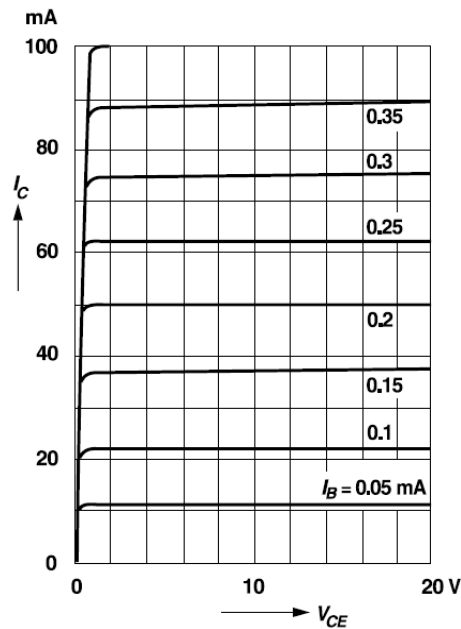


Abb. 3.2: Ausgangskennlinienfeld

– weiter auf dem nächsten Blatt –

3 BJT: Kleinsignalverstärker (fortgesetzt)

Daten

$U_B = 20 \text{ V}$; $U_{BE,AP} = 0,7 \text{ V}$; $U_{RE,AP} = 1,4 \text{ V}$; $R_L = 200 \Omega$

Lastkreis

Der Ruhestrom soll 63 mA betragen.

Bei Aussteuerung soll die Transistorschaltung ausgangsseitig näherungsweise in Leistungsanpassung betrieben werden.

- Ermitteln Sie R_C ; R_E und den Arbeitspunkt AP.
– Abb. 3.1: Zeichnen Sie die statische Arbeitsgerade AGS ein. / 8
- Abb. 3.1: Zeichnen Sie die dynamische Arbeitsgerade AGD ein.
– Abb. 3.1: Ermitteln Sie $U_{2,eff,max}$ einer harmonischen Ausgangsspannung. / 9

Basis-Spannungsteiler

Rechnen Sie mit folgenden Werten weiter: $AP^* = (6 \text{ V} \mid 50 \text{ mA})$

- Abb. 3.2: Ermitteln Sie $I_{B,AP}$.
– Ermitteln Sie die Zahlenwerte von R_1 und R_2 für den Querstromfaktor $q = 6$. / 5

Polung Kondensatoren

- Abb. 3.1: $\bar{u}_1(t) = U_B / 2$. Zeichnen Sie bei allen C den „+“-Pol ein. / 2

Kleinsignal-Ersatzschaltbild; Spannungs-Übertragungsfunktion

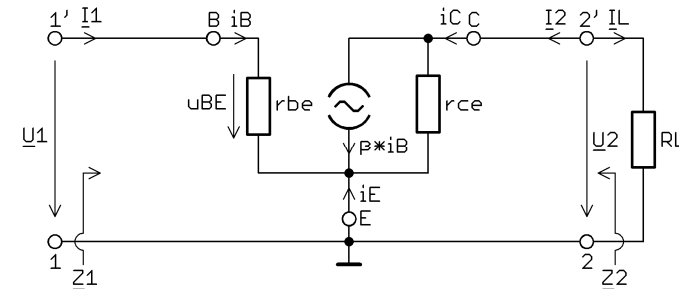


Abb.3.3: Kleinsignal-Ersatzschaltbild (KS-ESB) – zu modifizieren

Rechnen Sie mit folgenden Werten weiter:

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 1,5 \text{ k}\Omega$; $r_{CE} \rightarrow \infty$; $R_C = 220 \Omega$; $R_L = 220 \Omega$; $I_{B,AP} = 225 \mu\text{A}$; $\beta = 250$

- Abb. 3.3: Vervollständigen und modifizieren Sie ggf. das KS-ESB. / 3
- Geben Sie die Phase $\varphi(\omega)$ an.
– Berechnen Sie die Betragsübertragungsfunktion $|v_u| = |E_u(j\omega)|$ als Zahl und in dB. / 5

4 MOSFET (IGFET): Leistungsschalter / 10

Ein MOSFET (IGFET) wird als Leistungsschalter nach Abb. 4.2 eingesetzt.

$+U_B = 24\text{ V}$

$R_L = 3,43\ \Omega$

$\vartheta_{\text{amb}} = [-40; +55]^\circ\text{C}$

Die Steuerkennlinie von V1 entspricht näherungsweise Abb. 4.1.

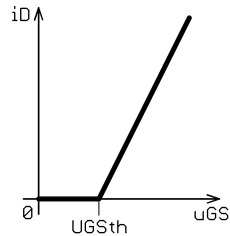


Abb. 4.1: Steuerkennlinie V1

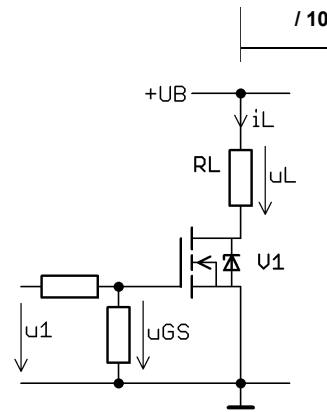


Abb. 4.2: Schaltung

Symbol	Parameter; $\vartheta_C = +25^\circ\text{C}$	Test Condition	min	typ	max	Unit
V_{GSth}	Gate Threshold Voltage	$I_D = 1\text{ mA}$	1.5	2.5	3.5	V
R_{DSon}	Static Drain-Source On Resistance	$I_D = 7\text{ A}$./.	0.10	0.15	Ω
g_{fs}	Forward Transconductance	$I_D = 7\text{ A}$	8.0	18	./.	S

Tab. 4.1: Datenblattauszug Kennwerte

Normalized Gate Threshold Voltage vs Temperature

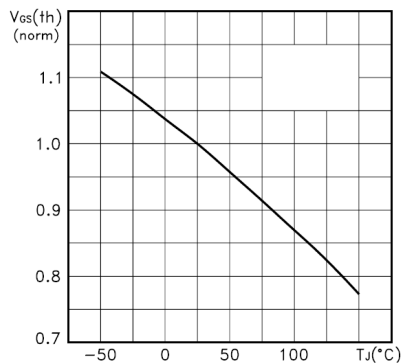


Abb. 4.3: $U_{GSth} = f(\vartheta_j)$, normalisiert

Normalized on Resistance vs Temperature

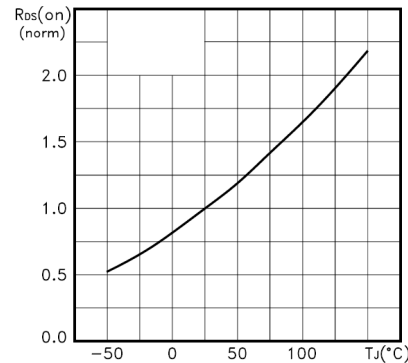
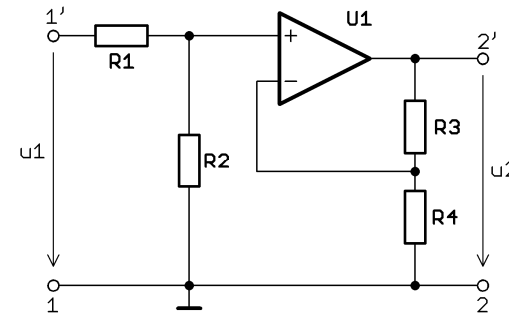


Abb. 4.4: $R_{DSon} = f(\vartheta_j)$, normalisiert

- a) Ermitteln Sie U_{GSmin} unter Worst-Case-Bedingungen. / 6
- b) V1: Ermitteln Sie den Worst-Case-Wert von P_{on} ; wenn eine Sperrschichttemperatur von 110 $^\circ\text{C}$ nicht überschritten wird. / 4

5 OP: Schaltungsanalyse / 18



$R_1 = 10\text{ k}\Omega$

$R_2 = 20\text{ k}\Omega$

$R_3 = 30\text{ k}\Omega$

$R_4 = 40\text{ k}\Omega$

$U_{\text{amax}} = \pm 10\text{ V}$

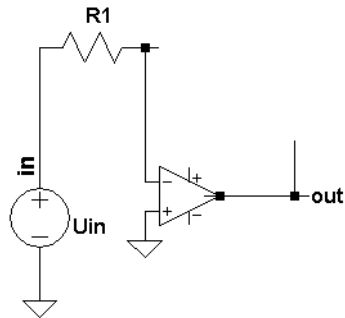
Abb. 5: Schaltung und Daten

- a) R_4 wie angegeben. Ermitteln Sie $v_{u,prog}$ nach Betrag und Phase. Eine analytische Lösung ist zulässig, aber nicht gefordert. / 8
- b) R_4 stellt eine Unterbrechung dar. Welchen Wert nimmt u_2 an bei $u_1 = -2\text{ V}$? / 4
- c) R_4 stellt einen Kurzschluss dar. Welchen Wert nimmt u_2 an bei $u_1 = -2\text{ V}$? / 6

– weiter auf dem nächsten Blatt –

6 OP: Frequenzabhängige Gegenkopplung

/ 22



Eine OP-Schaltung hat 1 Energiespeicher C
 $F(\infty) = 40 \text{ dB}$
 $f_g = 2 \text{ kHz}$
 Eingangsimpedanz: 50Ω
 Ideale Komponenten

Abb. 6.1: Schaltung, Eigenschaften

Schaltung Abb. 6.1 oben

- a) Vervollständigen Sie den Gegenkopplungspfad. / 4
- b) Ermitteln Sie die Zahlenwerte aller passiven Bauteile. / 5

BODE-Diagramm Abb. 6.2 auf dem nächsten Blatt

- c) Zeichnen Sie den Amplitudengang (Näherungsfunktion) in das BODE-Diagramm ein. / 6
- d) Transit-Frequenz f_T : / 4
 - Entnehmen Sie f_T dem BODE-Diagramm;
 - Berechnen Sie den Näherungswert von f_T über die zugehörige Zeitkonstante τ^* .

DC-Stabilität; Langzeitstabilität

- e) - Ist die Schaltung DC-stabil? Begründung! / 3
- Ist die Schaltung langzeitstabil? Begründung!
- Geben Sie ggf. eine einfache Schaltungsmaßnahme zur Abhilfe an, wenn die Schaltung als Filter betrieben wird.

6 OP: Frequenzabhängige Gegenkopplung (fortgesetzt)

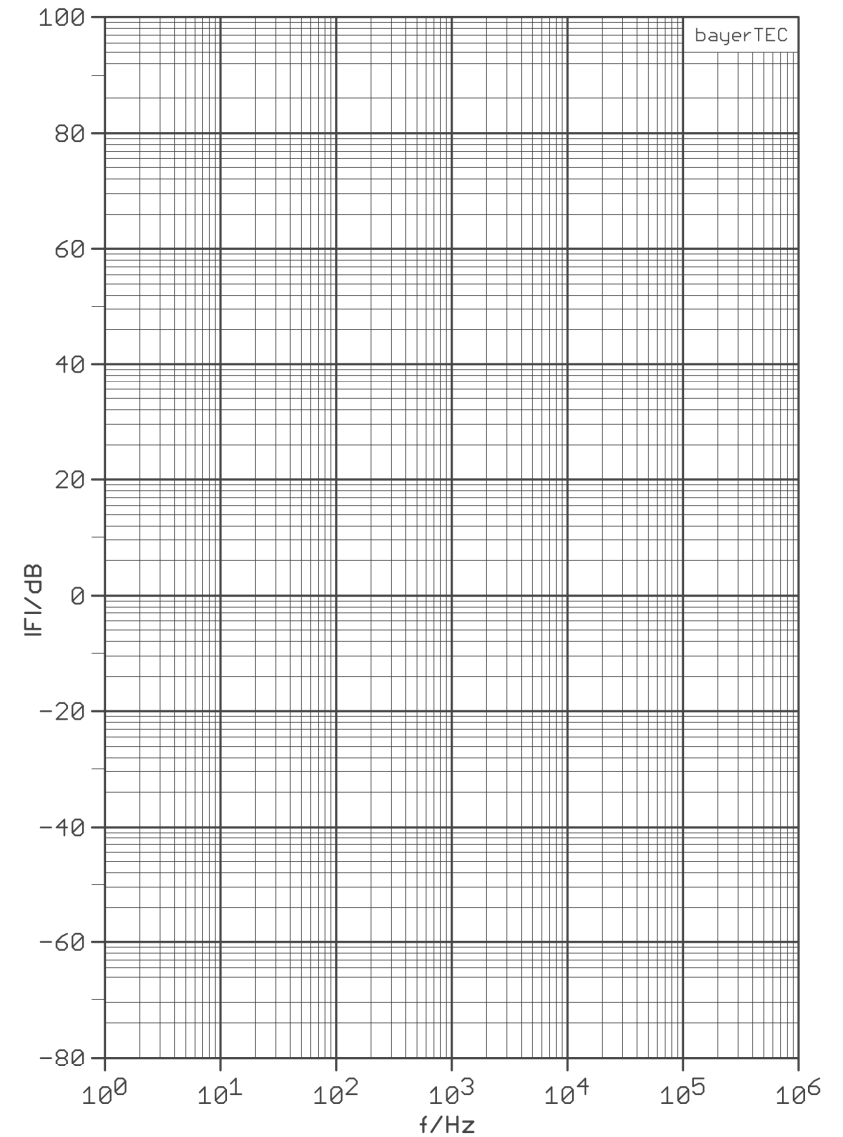


Abb. 6.2: Bode-Plot Amplitudengang

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