Aufgabenblätter inkl. Deckblatt	**11**	**Anzahl Lösungsbogen**	____

DHBW Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach

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							
Anmerkungen									**134**

1 Transformator **/ 24**

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

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

Last: Reihenschaltung R = 5 Ω; C = 470 µF.

a) Skizzieren Sie in Abb. 1 unten das galvanische ESB (gESB) inklusive Last, wenn X_H und R_{FE} vernachlässigt werden: / 7
- Benennen Sie die Klemmen und Bauelemente;
- pfeilen Sie Spannungen und Ströme an den Klemmen.

b) Handelt es sich um einen Aufwärts- oder Abwärtstrafo? Begründung (Stichwort)! / 2

c) Welche Impedanzart sieht das speisende Netz? Begründung! / 10

d) Berechnen Sie U_2 (Betrag). / 5

Abb. 1: Resultierendes gESB

Klausur 2019/03 r120
MT17B Bayer
DHBW-Mosb ELTRO2

2 BJT: Schalter

/ 28

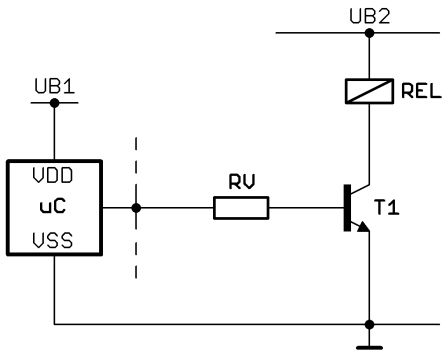


Abb. 2.1: Schaltung

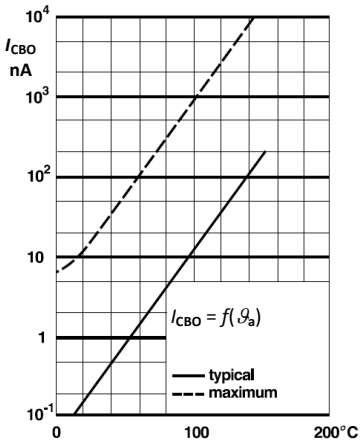


Abb. 2.2: T1 – Datenblattauszug

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

Transistor
DC Current Gain h_{FE}

Parameter	Current Group	Min	Typ	Max	Unit
I_C = 100 mA	– 16	100	160	250	./.
I_C = 100 mA	– 25	160	250	400	./.
I_C = 100 mA	– 40	250	400	630	./.
I_C = 300 mA	– 15	60	120	./.	./.
I_C = 300 mA	– 25	100	200	./.	./.
I_C = 300 mA	– 40	170	230	./.	./.

Tab. 2.1: T1 – Datenblatt-Auszug h_{FE}

uC Output Characteristics

I_O	± 10 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

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

– Aufgaben auf dem nächsten Blatt –

2 BJT: Schalter (fortgesetzt)

a) Abb. 2.1: Modifizieren Sie die Schaltung so, dass T1 sicher sperrt. / 3

b) Steuerkreis: / 12
– Berechnen Sie die Widerstände.
– Wählen Sie anschließend Werte aus der Reihe E24.

c) Berechnen Sie für T1: / 3
– P_{on} bei $U_{CEsat} = 1$ V (Näherung);
– $\hat{P}_{SO}$ (Last REL sei rein ohmsch).

d) Bei welchem Schaltvorgang ist T1 bei der gegebenen Last hauptsächlich gefährdet? / 2

e) 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.

f) Welchen wesentlichen Nachteil hat der Einsatz von FD? / 2

3 BJT: Kleinsignalverstärker

/ 32

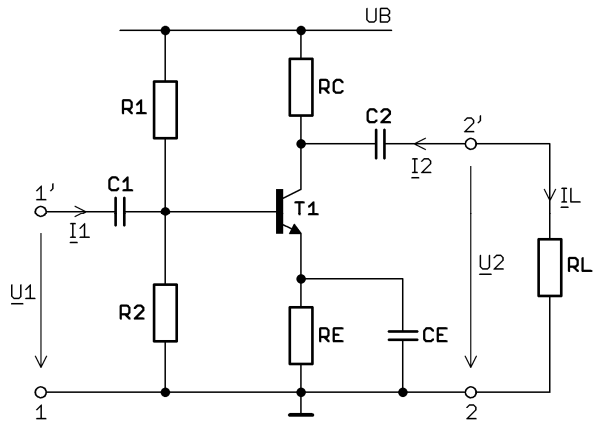


Abb. 3.1: Schaltung

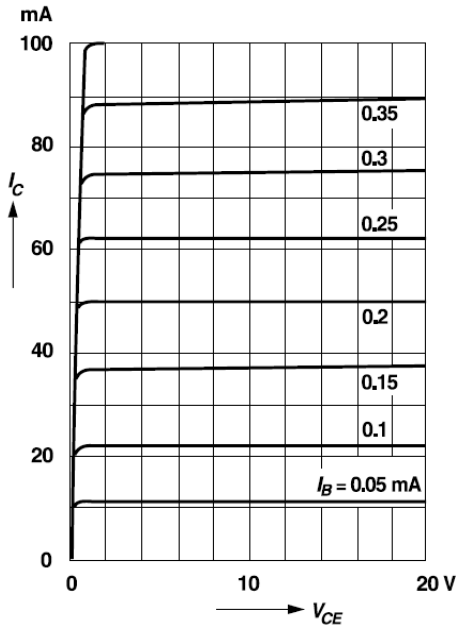


Abb. 3.2: Ausgangs-kennlinienfeld

– weiter auf dem nächsten Blatt –

3 BJT: Kleinsignalverstärker (fortgesetzt)

Daten

U_B = 20 V; $U_{BE,AP}$ = 0,7 V; $U_{RE,AP}$ = 1,4 V; RL = 200 Ω

Lastkreis

Der Ruhestrom soll 63 mA betragen.

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

a) – Ermitteln Sie RC; RE und den Arbeitspunkt AP. / 8
– Abb. 3.1: Zeichnen Sie die statische Arbeitsgerade AGS ein.

b) – Abb. 3.1: Zeichnen Sie die dynamische Arbeitsgerade AGD ein. / 9
– Abb. 3.1: Ermitteln Sie $U_{2eff,max}$ einer harmonischen Ausgangsspannung.

Basis-Spannungsteiler

Rechnen Sie mit folgenden Werten weiter: AP* = (6 V | 50 mA)

c) – Abb. 3.2: Ermitteln Sie $I_{B,AP}$. / 5
– Ermitteln Sie die Zahlenwerte von R1 und R2 für den Querstromfaktor q = 6.

Polung Kondensatoren

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

Kleinsignal-Ersatzschaltbild; Spannungs-Übertragungsfunktion

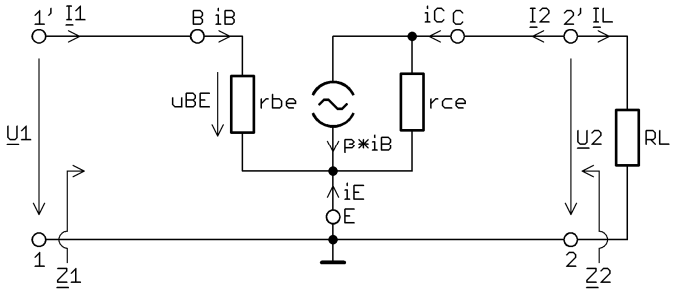


Abb.3.3: Kleinsignal-Ersatzschaltbild (KS-ESB) – zu modifizieren

Rechnen Sie mit folgenden Werten weiter:

R1 = 10 kΩ; R2 = 1,5 kΩ; $r_{CE} \to \infty$; RC = 220 Ω; RL = 220 Ω; $I_{B,AP}$ = 225 µA; β = 250

e) Abb. 3.3: Vervollständigen und modifizieren Sie ggf. das KS-ESB. / 3

f) – Geben Sie die Phase $\varphi(\omega)$ an. / 5
– Berechnen Sie die Betragsübertragungsfunkton $|v_u| = |\underline{F}_u(j\omega)|$ als Zahl und in dB.

4 MOSFET (IGFET): Leistungsschalter

/ 10

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

$+U_B = 24$ V

RL = 3,43 Ω

$\vartheta_{amb} = [-40; +55]$°C

Die Steuerkennlinie von V1 entspricht näherungsweise Abb. 4.1.

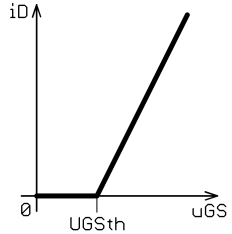


Abb. 4.1: Steuerkennlinie V1

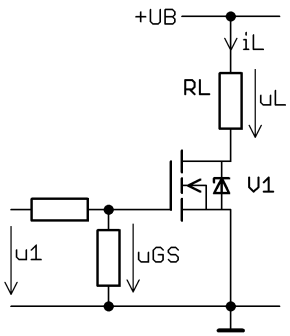


Abb. 4.2: Schaltung

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

Tab. 4.1: Datenblattauszug Kennwerte

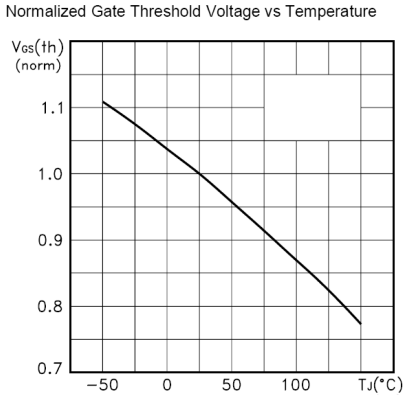


Abb. 4.3: $U_{GSth} = f(\vartheta_J)$, normalisiert

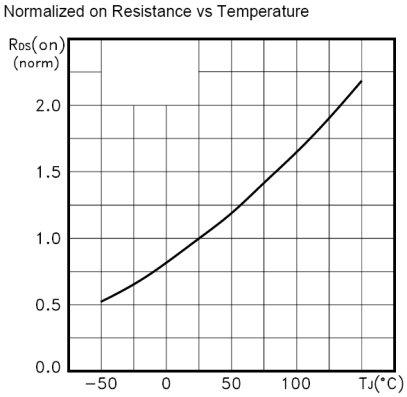


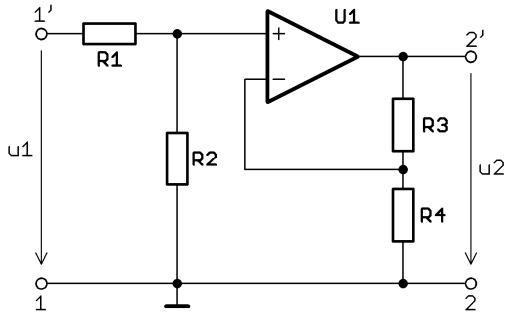
Abb. 4.4: $R_{DSon} = f(\vartheta_J)$, normalisiert

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°C nicht überschritten wird. / 4

5 OP: Schaltungsanalyse

/ 18



R1 = 10 kΩ
R2 = 20 kΩ
R3 = 30 kΩ
R4 = 40 kΩ
$U_{amax} = \pm 10$ V

Abb. 5: Schaltung und Daten

a) R4 wie angegeben. Ermitteln Sie $v_{u,prog}$ nach Betrag und Phase. Eine analytische Lösung ist zulässig, aber nicht gefordert. / 8

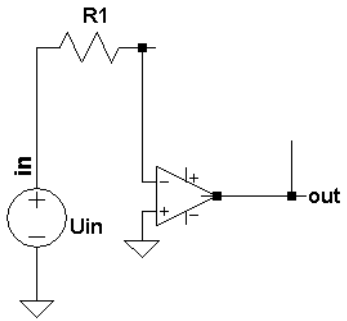
b) R4 stellt eine Unterbrechung dar. Welchen Wert nimmt u_2 an bei $u_1 = -2$ V? / 4

c) R4 stellt einen Kurzschluss dar. Welchen Wert nimmt u_2 an bei $u_1 = -2$ V? / 6

– weiter auf dem nächsten Blatt –

6 OP: Frequenzabhängige Gegenkopplung

/ 22



Eine OP-Schaltung hat 1 Energiespeicher C

$F(\infty)$ = 40 dB

f_g = 2 kHz

Eingangsimpedanz: 50 Ω

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)

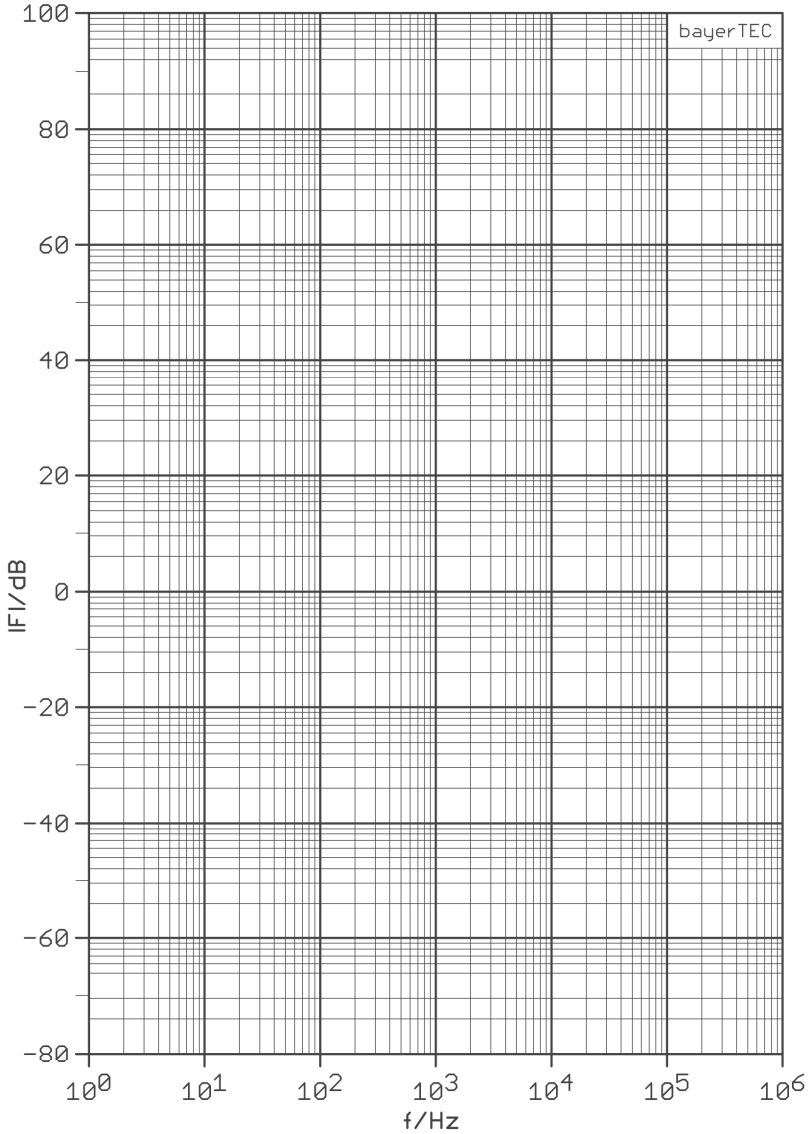


Abb. 6.2: Bode-Plot Amplitudengang

Anhang: E-Reihen E6 … E96 nach DIN IEC 60063

E96 ±1 %	**E48** ±2 %	**E24** ±5 %	**E12** ±10 %	**E6** ±20 %
1,00	1,00	1,0	1,0	1,0
1,02				
1,05	1,05			
1,07				
1,10	1,10	1,1		
1,13				
1,15	1,15			
1,18				
1,21	1,21	1,2	1,2	
1,24				
1,27	1,27			
1,30				
1,33	1,33	1,3		
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	1,6		
1,65				
1,69	1,69			
1,74				
1,78	1,78	1,8	1,8	
1,82				
1,87	1,87			
1,91				
1,96	1,96	2,0		
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	2,4		
2,43				
2,49	2,49			
2,55				
2,61	2,61	2,7	2,7	
2,67				
2,74	2,74			
2,80				
2,87	2,87	3,0		
2,94				
3,01	3,01			
3,09				

E96 ±1 %	**E48** ±2 %	**E24** ±5 %	**E12** ±10 %	**E6** ±20 %
3,16	3,16	3,3	3,3	3,3
3,24				
3,32	3,32			
3,40				
3,48	3,48	3,6		
3,57				
3,65	3,65			
3,74				
3,83	3,83	3,9	3,9	
3,92				
4,02	4,02			
4,12				
4,22	4,22	4,3		
4,32				
4,42	4,42			
4,53				
4,64	4,64	4,7	4,7	4,7
4,75				
4,87	4,87			
4,99				
5,11	5,11	5,1		
5,23				
5,36	5,36			
5,49				
5,62	5,62	5,6	5,6	
5,76				
5,90	5,90			
6,04				
6,19	6,19	6,2		
6,34				
6,49	6,49			
6,65				
6,81	6,81	6,8	6,8	6,8
6,98				
7,15	7,15			
7,32				
7,50	7,50	7,5		
7,68				
7,87	7,87			
80,6				
8,25	8,25	8,2	8,2	
8,45				
8,66	8,66			
8,87				
9,09	9,09	9,1		
9,31				
9,53	9,53			
9,76				