

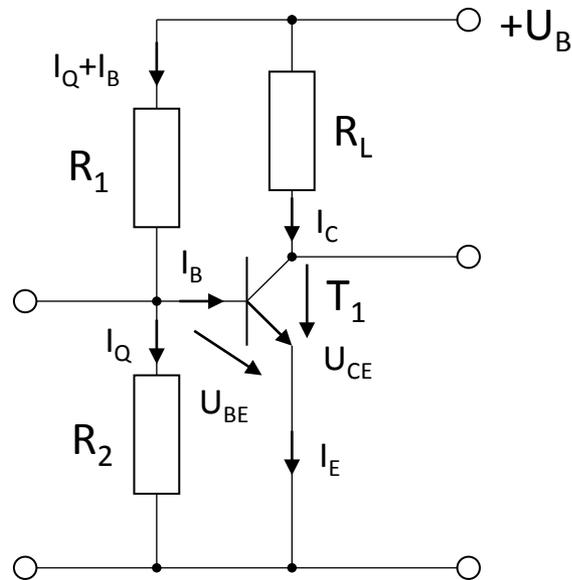
Übung und Seminar zur Vorlesung „Grundlagen der Technischen Informatik 1“

5. Aufgabenkomplex

1. Aufgabe

1. Aufgabe

Berechnung einer Transistorschaltung



Werte:

$$U_B = 5V$$

$$U_{CEA} = 2V$$

$$I_{CA} = 47mA$$

$$U_{BEA} = 0,7V$$

$$I_Q = 5 I_{BA}$$

1. Aufgabe

1. Aufgabe

Berechnung einer Transistorschaltung

- 1.1. Zeichnen Sie mithilfe des Arbeitspunktes (U_{CEA} und I_{CA}) und der Betriebsspannung U_B die Widerstandsgerade für R_L im Kennlinienfeld
- 1.2. Berechnen Sie die Spannung U_{70mA}
- 1.3. Berechnen Sie mithilfe der Werte U_B , U_{CEA} und I_{CA} den Kurzschlußstrom I_K
- 1.4. Berechnen Sie Wert des Widerstandes R_L aus der Betriebsspannung U_B und den Kurzschlußstrom I_K
- 1.5. Berechnen Sie den Strom I_{RL} durch den Widerstand R_L
- 1.6. Berechnen Sie die Spannung U_{RL} über den Widerstand R_L
- 1.7. Bestimmen Sie mithilfe des Kennlinienfeldes den Basisstrom I_{BA} für den Arbeitspunkt
- 1.8. Berechnen Sie die Stromverstärkung B_A für den Arbeitspunkt (I_{BA} und I_{CA})
- 1.9. Berechnen Sie Querstrom I_Q
- 1.10. Berechnen Sie den Strom I_{R1} durch den Widerstand R_1
- 1.11. Berechnen Sie die Spannung U_{R1} über den Widerstand R_1
- 1.12. Berechnen Sie den Widerstand R_1

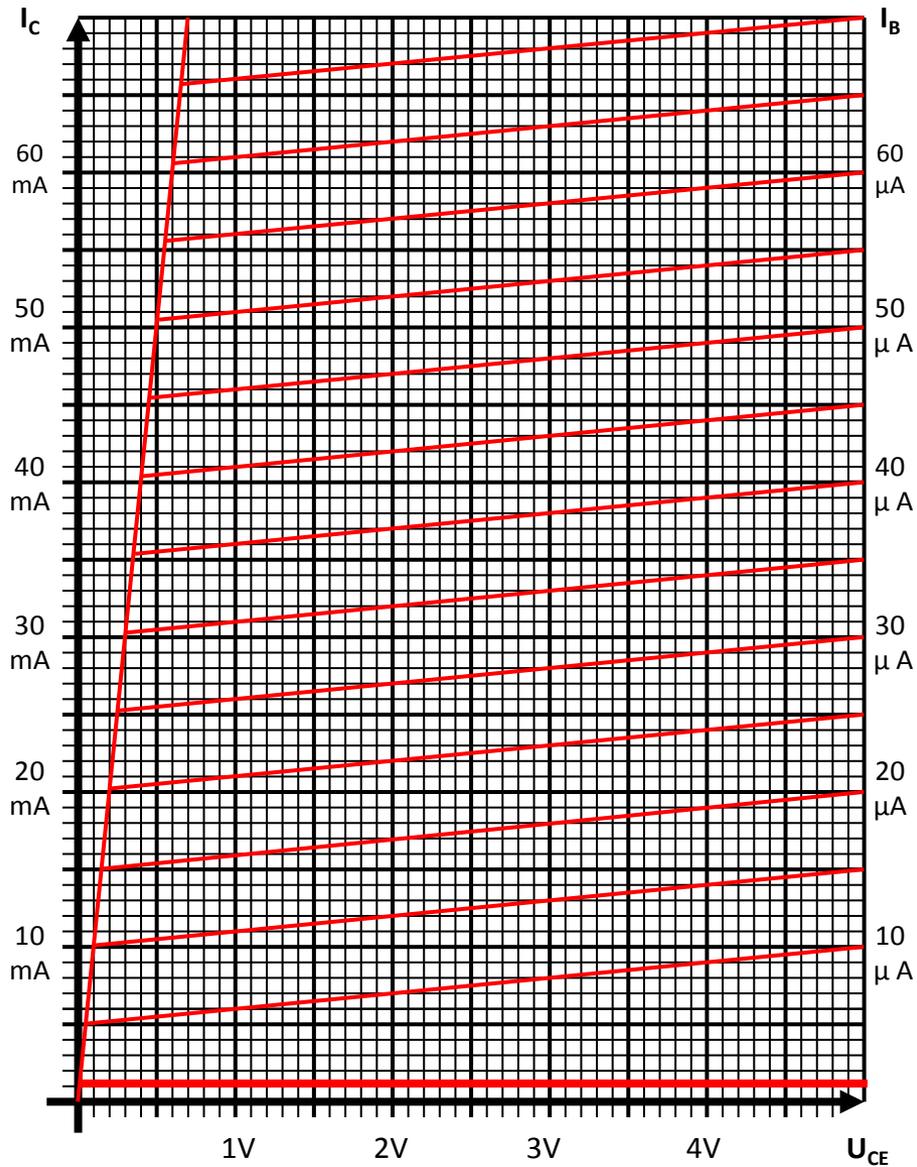
1. Aufgabe

1. Aufgabe

Berechnung einer Transistorschaltung

- 1.13. Berechnen Sie den Strom I_{R_2} durch den Widerstand R_2
- 1.14. Berechnen Sie die Spannung U_{R_2} über den Widerstand R_2
- 1.15. Berechnen Sie den Widerstand R_2
- 1.16. Bestimmen Sie die Spannung U_{CE0} und den Strom I_{C0} für den nichtangesteuerten Transistor ($I_B=0$) mithilfe des Kennlinienfeldes
- 1.17. Bestimmen Sie die Spannung U_{CEmax} den Strom I_{Cmax} und den Basisstrom I_{Bmax} für den vollausgesteuerten Transistor ($I_C=max$) mithilfe des Kennlinienfeldes
- 1.18. Berechnen Sie die Basisverlustleistung $P_B(0\mu A)$, $P_B(50\mu A)$ und $P_B(I_{Bmax})$ für die Basisströme $I_B=0\mu A$ und $I_B=50\mu A$ und I_{Bmax}
- 1.19. Berechnen Sie die Kollektorverlustleistung $P_C(0\mu A)$, $P_C(50\mu A)$ und $P_C(I_{Bmax})$ für die Basisströme $I_B=0\mu A$ und $I_B=50\mu A$ und I_{Bmax}
- 1.20. Berechnen Sie die Totale-Verlustleistung $P_{tot}(0\mu A)$, $P_{tot}(50\mu A)$ und $P_{tot}(I_{Bmax})$ für die Basisströme $I_B=0\mu A$ und $I_B=50\mu A$ und I_{Bmax}

1. Aufgabe



1. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

Formel:

$$U = I \cdot R$$

$$P = U \cdot I$$

$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_Q = 5 \cdot I_B$$

$$U_B = U_{RL} + U_{CE}$$

$$= U_{R1} + U_{R2}$$

$$= U_{R1} + U_{BE}$$

$$P_B = U_{BE} \cdot I_B$$

$$P_C = U_{CE} \cdot I_C$$

$$P_{tot} = P_B + P_C \approx P_C$$

Maßeinheit:

$$[U] = V$$

$$[I] = A$$

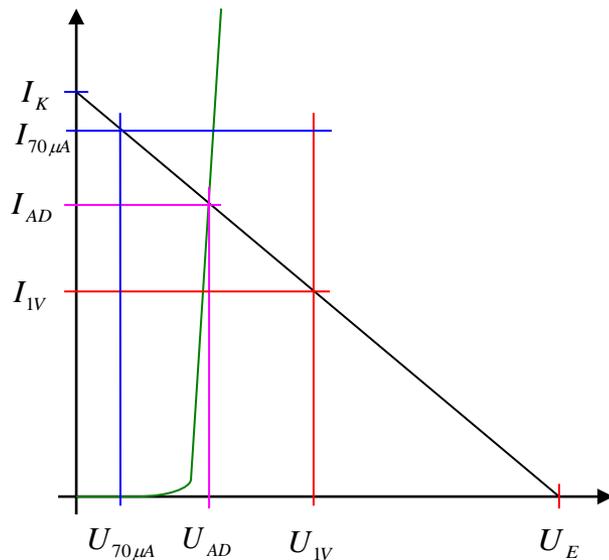
$$[R] = \Omega \left[= \frac{V}{A} \right]$$

$$[P] = W = V \cdot A$$

1. Aufgabe

Hilfe:

Zeichnen der Widerstandsgeraden bei Überschreitung der Eckwerte U_E und I_K am Beispiel des Randes von $70\mu\text{A}$ und 1V .



Grenzwerte für das Datenblatt $U_{1V} = 1\text{V} / I_{70\mu\text{A}} = 70\mu\text{A}$

$$I_K = \frac{U_E}{R_B}$$

$$R_B = \frac{U_E}{I_K} = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{1V}}{I_{1V}} \Rightarrow I_{1V} = \frac{U_E - U_{1V}}{R_B}$$

$$R_B = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{70\mu\text{A}}}{I_{70\mu\text{A}}} \Rightarrow U_{70\mu\text{A}} = U_E - I_{70\mu\text{A}} R_B$$

Beispiel für $U_E = 2\text{V}$ und $R_B = 25\text{k}\Omega$

Eingangskennlinie: $U_E = 2\text{V}$ $R_B = 25\text{k}\Omega$

$$U_E = 2\text{V} \quad I_K = \frac{U_E}{R_B} = \frac{2\text{V}}{25\text{k}\Omega} = 80\mu\text{A}$$

Eingangskennlinie: $U_E = 2\text{V}$ $U_{1V} = 1\text{V}$ $R_B = 25\text{k}\Omega$

$$I_{1V} = \frac{U_E - U_{1V}}{R_B} = \frac{2\text{V} - 1\text{V}}{25\text{k}\Omega} = 40\mu\text{A}$$

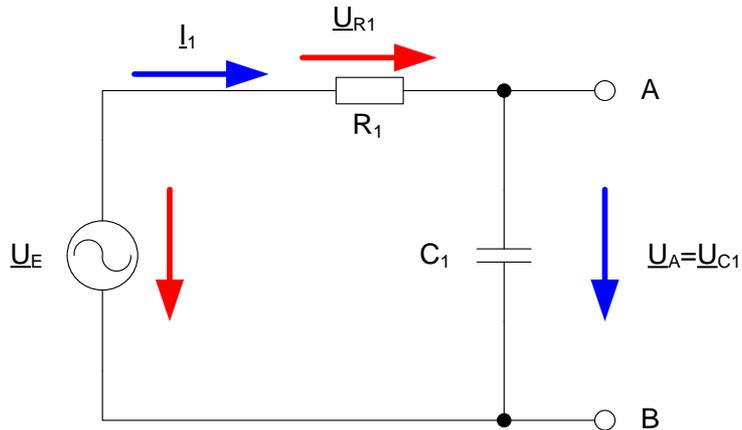
Eingangskennlinie: $U_E = 2\text{V}$ $I_{70\mu\text{A}} = 70\mu\text{A}$ $R_B = 25\text{k}\Omega$ ($I_K = 80\mu\text{A}$)

$$U_{70\mu\text{A}} = U_E - I_{70\mu\text{A}} R_B = 2\text{V} - 70\mu\text{A} \cdot 25\text{k}\Omega = 2\text{V} - 1.75\text{V} = 0,25\text{V}$$

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Spannungen und Ströme am RC-Tiefpass



Werte:

$$\underline{U}_E = 2,0V \angle 0^\circ = 2,0V + j \cdot 0V$$

$$R_1 = 2k\Omega$$

$$C_1 = 100nF$$

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Spannungen und Ströme am RC-Tiefpass

- 2.1. Bestimmen Sie die folgenden Werte für die Frequenz von $f=100\text{Hz}$.
 - 2.1.1. Bestimmen Sie den komplexen Widerstand \underline{R}_1 von R_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.2. Bestimmen Sie den komplexen Widerstand \underline{R}_{C_1} von C_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.3. Bestimmen Sie den komplexen Widerstand $\underline{R}_{1\text{ges}} = \underline{R}_1 + \underline{R}_{C_1}$ in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.4. Bestimmen Sie den komplexen Strom \underline{I}_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.5. Bestimmen Sie den komplexen Strom \underline{I}_{R_1} durch R_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.6. Bestimmen Sie den komplexen Strom \underline{I}_{C_1} durch C_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.7. Bestimmen Sie die komplexe Spannung \underline{U}_{R_1} über R_1 in der Normal- und der Versorform
 - 2.1.8. Bestimmen Sie die komplexe Spannung $\underline{U}_A = \underline{U}_{C_1}$ über C_1 in der Normal- und der Versorform

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Spannungen und Ströme am RC-Tiefpass

- 2.1.9. Überprüfen Sie den Maschensatz durch die Berechnung von $\underline{U}_E = \underline{U}_{R1} + \underline{U}_{C1}$ in der Normalform, Bestimmen Sie \underline{U}_E in der Versorform
- 2.1.10. Bestimmen Sie die Spannungsverhältnis $\underline{A}(100\text{Hz}) = \underline{U}_A / \underline{U}_E$ in der Normal- und der Versorform
- 2.2. Bestimmen Sie die Werte wie unter 2.1. für die Frequenz von $f=1\text{kHz}$
- 2.3. Bestimmen Sie die Werte wie unter 2.1. für für die Frequenz von $f=10\text{kHz}$
- 2.4. Vergleichen Sie die Spannungsverhältnisse $\underline{A}(100\text{Hz})$, $\underline{A}(1\text{kHz})$ und $\underline{A}(10\text{kHz})$ in Bezug auf Amplitude und Phasenwinkel.

2. Aufgabe

Hilfe:

$$\underline{U}_{R1} = U_{R1,r} + jU_{R1,i} = \tilde{U}_{R1} e^{j\phi_{U_{R1}}} = \tilde{U}_{R1} \angle \phi_{U_{R1}} = \tilde{U}_{R1} (\cos[\phi_{U_{R1}}] + j \sin[\phi_{U_{R1}}])$$

$$U_{R1,r} = \operatorname{Re}\{\underline{U}_{R1}\} = \tilde{U}_{R1} \cos[\phi_{U_{R1}}] \quad U_{R1,i} = \operatorname{Im}\{\underline{U}_{R1}\} = \tilde{U}_{R1} \sin[\phi_{U_{R1}}]$$

$$\tilde{U}_{R1} = |\underline{U}_{R1}| = \sqrt{U_{R1,r}^2 + U_{R1,i}^2}$$

$$\phi_{U_{R1}} = \arctan\left[\frac{U_{R1,i}}{U_{R1,r}}\right] = \arccos\left[\frac{U_{R1,r}}{\tilde{U}_{R1}}\right] = \arcsin\left[\frac{U_{R1,i}}{\tilde{U}_{R1}}\right]$$

Für die imaginären Widerstände (ideale Kapazität und ideale Induktivität) gilt:

$$R_{L,i} = -\frac{1}{G_{L,i}} = \omega \cdot L \quad R_{C,i} = -\frac{1}{G_{C,i}} = -\frac{1}{\omega \cdot C} \quad \text{mit } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$j \cdot R_{L,i} = j \cdot \omega \cdot L \quad \Rightarrow \quad j \cdot G_{L,i} = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot L} = -j \cdot \frac{1}{\omega \cdot L}$$

$$j \cdot R_{C,i} = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} = -j \cdot \frac{1}{\omega \cdot C} \quad \Rightarrow \quad j \cdot G_{C,i} = \left[-j \cdot \frac{1}{\omega \cdot C}\right]^{-1} = j \cdot \omega \cdot C$$

Transformationsregel aus dem Zeitbereich:

$$a(t) = \bar{a} + \tilde{a} \cos(\omega t + \phi) = \bar{a} + \operatorname{Re}\{\tilde{a} \cdot e^{j(\omega t + \phi)}\} = \bar{a} + \operatorname{Re}\{\underline{a} \cdot e^{j\omega t}\} \quad \text{mit } \underline{a} = \tilde{a} \cdot e^{j\phi}$$

für $a(t) = \tilde{a} \cos(\omega t + \phi)$ folgt $\underline{a} = \tilde{a} \cdot e^{j\phi}$ für die Frequenz $\omega = 2\pi \cdot f$
dabei ist \bar{a} der zeitunabhängige Teil.

Die Versorschreibweise $\angle \phi$ ist eine vereinfachte Schreibweise von $e^{j\phi}$

1. Aufgabe

Punkteverteilung:

Gesamtpunktzahl: 30 Punkte

Aufgabe 1.1-1.20 je 0,5 Punkte

Aufgabe 2.1.1-2.1.2 je 1 Punkt

Aufgabe 2.1.3-2.1.10 je 0,5 Punkte

Aufgabe 2.2.1-2.2.2 je 1 Punkt

Aufgabe 2.2.3-2.2.10 je 0,5 Punkte

Aufgabe 2.3.1-2.3.2 je 1 Punkt

Aufgabe 2.3.3-2.3.10 je 0,5 Punkte

Aufgabe 2.2.4 2 Punkte

Bemerkung:

- In allen Formeln mit Zahlen sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.
- Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
- Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren. Präfixe nur verwenden, wenn eine Maßeinheit dahinter ist.
- Alle Aufgaben auf eine Mantissengenauigkeit von 4 Stellen genau berechnen, wenn in der Aufgabe nicht anders angegeben (Exponent-Mantissendarstellung).
- Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.
- Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.
- Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)
- Spannungen mit der Masche sind positiv, umgekehrt negativ.
- Ströme zum Knoten sind positiv, umgekehrt negativ.
- Phasenwinkel sind in Grad anzugeben

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Bemerkung zu den Kennlinien:

- Alle Werte sind auf 4 Stellen zu berechnen.
- Beim Ablesen aus den Kennlinienfeldern auf den halben Strich runden. Im Zweifelsfall auf den nächsthöheren. Die Genauigkeit ergibt sich hier aus der Ablesegenauigkeit.
- Bei den Basisströmen ist auf $0,5 \mu\text{A}$ zu interpolieren.

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal):

Präfix	Faktor	Bezeichnung	Präfix	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta	m	10^{-3}	Milli
Z	10^{21}	Zetta	μ	10^{-6}	Mikro
E	10^{18}	Exa	n	10^{-9}	Nano
P	10^{15}	Peta	p	10^{-12}	Piko
T	10^{12}	Tera	f	10^{-15}	Femto
G	10^9	Giga	a	10^{-18}	Atto
M	10^6	Mega	z	10^{-21}	Zepto
k	10^3	Kilo	y	10^{-24}	Yokto

Umgang mit den Präfixen am Beispiel der Mantissengenauigkeit von 4 Stellen:

---,- Präfix Maßeinheit

--,-- Präfix Maßeinheit

-,--- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 μ F; 33,45kHz; 2,456M Ω ; 7,482A