

Bitte in Blockschrift ausfüllen.

11.09.2008

Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Für die Aufgaben 1 und 2 gilt jeweils:

- Pro Aufgabe können insgesamt 20 Punkte erreicht werden.
- Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander beantwortet werden.
- Kennzeichnen Sie in Ihrer schriftlichen Ausarbeitung, wenn Sie Ihre Rechnung mit den gegebenen Ersatzwerten weiterführen.

Aufgabe 1:

Eine fremderregte Gleichstrommaschine wird als Antriebsmotor für eine Werkzeugmaschine verwendet. Das elektrische Ersatzschaltbild des Antriebs ist im Bild 1 dargestellt. Der maximale Ankerstrom I_A und das Anlaufmoment M_{AN} können durch den Vorwiderstand R_V begrenzt werden. Die Ankerspannung beträgt stets $U_A = U_{AN}$. Der Erregerkreis ist fest mit der Versorgungsspannung $U_F = 220\text{ V}$ verbunden ($c \cdot \Phi_N = \text{konstant}$). Eisen- und Reibungsverluste in der Gleichstrommaschine sollen vernachlässigt werden.

Von der Gleichstrommaschine sind folgende Nenndaten bekannt:

Nennankerspannung:	$U_{AN} = 220\text{ V}$
Nennankerstrom:	$I_{AN} = 4\text{ A}$
Erregerspannung:	$U_F = 220\text{ V}$
Erregerstrom:	$I_F = 0,3\text{ A}$
Nenn Drehzahl:	$n_N = 1800\text{ min}^{-1}$
Wirkungsgrad im Nennbetrieb:	$\eta_N = 0,7$

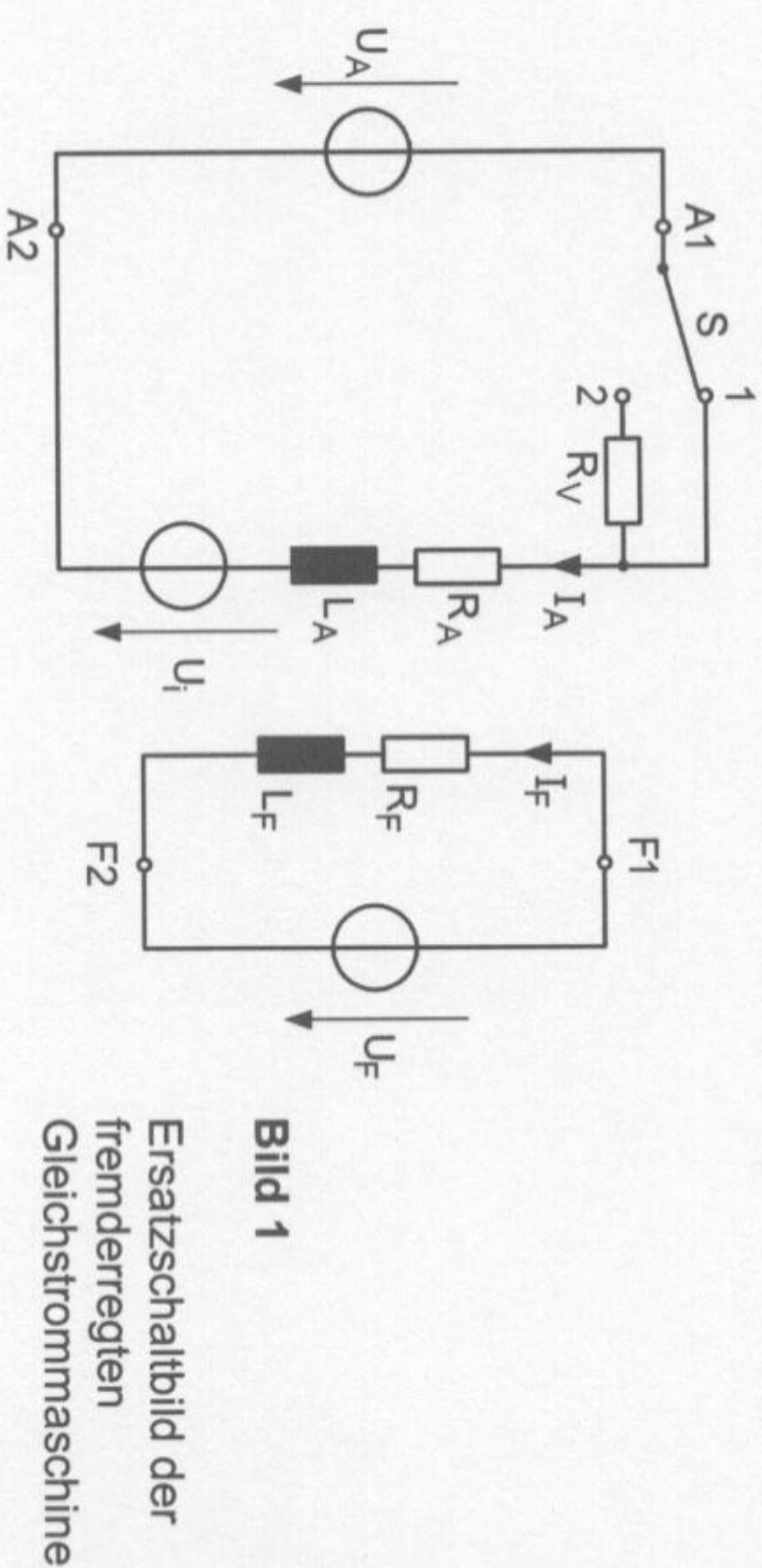


Bild 1

Ersatzschaltbild der fremderregten Gleichstrommaschine

Schalter in Stellung 1: Nennbetrieb der Maschine (ohne Vorwiderstand R_V)

Schalter in Stellung 2: Betrieb mit Vorwiderstand R_V

Fragen:

A) Schalter S in Stellung 1 (Nennbetrieb)

1.1 Berechnen Sie die elektrisch aufgenommene Leistung $P_{auf,N}$ und die abgegebene Leistung $P_{ab,N}$ des Motors im Nennbetrieb.

1.2 Berechnen Sie die Verluste P_{vN} (Anker) in der Ankerwicklung und P_{vN} (Stator) in der Erregerwicklung im Nennbetrieb. Bestimmen Sie den Ankerwiderstand R_A und den Erregerwiderstand R_F . Wie groß ist die induzierte Spannung U_{iN} und das Drehmoment M_N des Motors im Nennbetrieb? Berechnen Sie das Produkt aus Motorkonstante und Fluss $c \cdot \Phi_N$.
[Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $P_{auf,N} = 944\text{ W}$, $P_{ab,N} = 660\text{ W}$]

- 1.3 Wie groß sind der Ankerstrom $I_A = I_{A1}$ und das Anlaufdrehmoment $M = M_{An1}$ des Motors bei der Drehzahl $n = 0$ (Stillstand)? Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl n_0 in min^{-1} ? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 14 \Omega$ und $c \cdot \phi_N = 0,9 \text{ Vs}$]

B) Schalter S in Stellung 2 (Betrieb mit Vorwiderstand R_V)

- 1.4 Um die Werkzeug- und die Gleichstrommaschine nicht unnötig zu belasten, soll das Anlaufdrehmoment M_{An} mit Hilfe des Vorwiderstands R_V begrenzt werden. Bestimmen Sie den Vorwiderstand R_V so, dass das Anlaufdrehmoment $M = M_{An2} = 8 \text{ Nm}$ beträgt. Wie groß wird der Anlauf-Ankerstrom $I_A = I_{A2}$? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 14 \Omega$, $c \cdot \phi_N = 0,9 \text{ Vs}$ und $n_0 = 2400 \text{ min}^{-1}$]

- 1.5 Bei welcher Drehzahl n kann der Schalter S wieder in Stellung 1 umgeschaltet werden, wenn das Drehmoment im Umschaltzeitpunkt den Wert $M = 8 \text{ Nm}$ annehmen soll? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 14 \Omega$, $c \cdot \phi_N = 0,9 \text{ Vs}$]

Aufgabe 2:

Für eine vorgegebene (dynamische) Mikrofonkapsel soll ein Kleinsignalverstärker dimensioniert werden. Das Ersatzschaltbild des Mikrofons und der Verstärkerschaltung ist im Bild 2 abgebildet. Die Mikrofonkapsel ist durch eine Ersatzspannungsquelle mit der Wechselspannung $u_e(t)$ und dem Innenwiderstand R_i dargestellt. Die Kapsel liefert bei einem sinusförmig verlaufenden Schalldrucksignal mit der Schalldruckamplitude $\hat{s} = 1 \text{ Pa}$ eine ebenfalls sinusförmige Spannung mit der Spannungsamplitude $\hat{u}_e = 1 \text{ mV}$. Die Verstärkerschaltung soll nun so dimensioniert werden, dass bei einer Schalldruck-

amplitude $\hat{s} = 1 \text{ Pa}$ die Spannungsamplitude des Ausgangswechselspannungssignals $\hat{u}_{a3} = 750 \text{ mV}$ beträgt.

Am Ausgang des Kleinsignalverstärkers wird ein Mischpult mit einem Eingangswiderstand von $R_L = 600 \Omega$ angeschlossen.

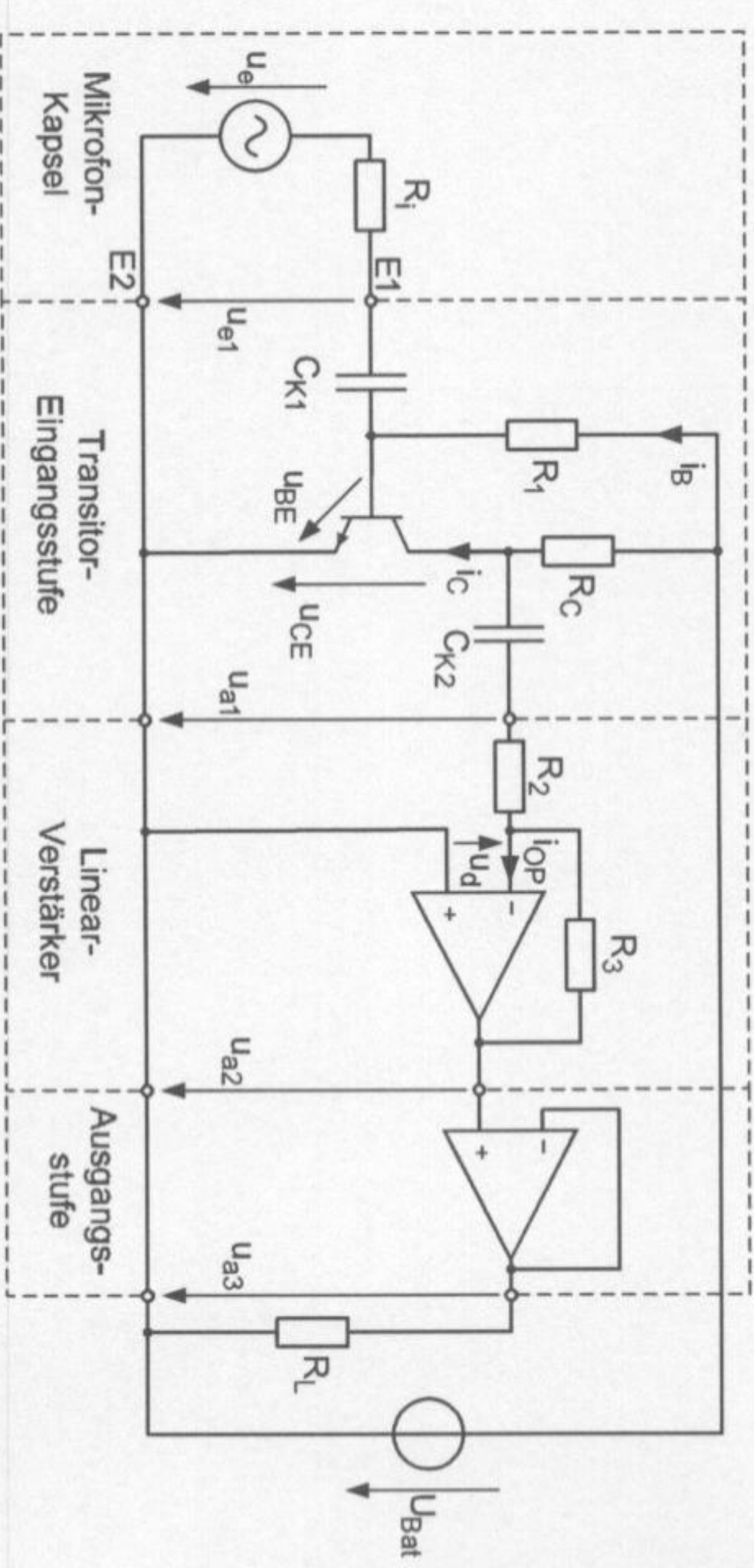


Bild 2 Mehrstufiger Kleinsignalverstärker mit Ersatzschaltbild der Mikrofonkapsel und der Last R_L am Ausgang

Von der Schaltung sind folgende Daten gegeben:

Versorgungsspannung: $U_{\text{Bat}} = 12 \text{ V}$
 Widerstände: $R_1 \approx 0 \Omega$ $R_L = 600 \Omega$
 $R_3 = 50 \text{ k}\Omega$

Transistor T:

Stromverstärkungen: $B = \beta = 100$
 Basis-Emitter-Widerstand: $R_{\text{BE}} = 500 \Omega$
 Diffusionsspannung der Basis-Emitter-Diode: $U_{\text{BE0}} = 0,6 \text{ V}$
 Arbeitspunkt (AP): $I_{\text{C(AP)}} = 4 \text{ mA}$, $U_{\text{CE(AP)}} = 6 \text{ V}$

Der Kollektor-Emitter-Widerstand darf stets vernachlässigt werden, d. h. es gilt $R_{CE} \rightarrow \infty$. Die Basis-Emitter-Kapazität C_{BE} und die Basis-Kollektor-Kapazität C_{BC} dürfen ebenfalls stets vernachlässigt werden.

Sämtliche Operationsverstärker dürfen als ideal betrachtet werden.

In der Vorlesung und/oder im Seminar abgeleitete Beziehungen für bekannte Schaltungen dürfen ohne erneute Herleitung verwendet werden.

Fragen:

Zunächst wird der Schaltungsteil „Transistor-Eingangsstufe“ betrachtet.

2.1 Erstellen Sie das Gleichstrom-Ersatzschaltbild der Transistor-Eingangsstufe und bestimmen Sie die Widerstände R_C und R_1 , so dass sich der vorgegebene Arbeitspunkt (AP) einstellt.

2.2 Erstellen Sie nun das Wechselstrom-Ersatzschaltbild der Transistor-Eingangsstufe.

Ergänzen Sie das Wechselstrom-Ersatzschaltbild der Transistor-Eingangsstufe um die Ersatzschaltung der Mikrofonkapsel und den Koppelkondensator C_{K1} .

Berechnen Sie die Kapazität C_{K1} des Koppelkondensators so, dass die untere Grenzfrequenz von $f_{ug} = 20$ Hz beträgt.

Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $V_{u1} = \frac{\hat{u}_{a1}}{\hat{u}_{e1}}$ unter der Annahme,

dass die Frequenz f des betrachteten Eingangssignals sehr viel größer als die untere Grenzfrequenz ist, d. h. C_{K1} und C_{K2} sollen vernachlässigt werden. Vernachlässigen Sie dabei den Einfluss des Linear-Verstärkers auf die Transistor-Eingangsstufe.

Welche Ausgangsspannungsamplitude $\hat{u}_{a1}$ ergibt sich für $\hat{u}_e = 1$ mV ?

[Hinweis: Benutzen Sie ggf. den folgenden Ersatzwert: $R_C = 1.5$ kΩ]

Nun wird der Schaltungsteil „Linear-Verstärker“ betrachtet.

2.3 Um was für eine OP-Schaltung handelt es sich bei diesem Schaltungsteil?

Wie groß ist die Differenzspannung u_d und der Strom i_{OP} ?

Berechnen Sie den Widerstand R_2 , so dass sich eine Spannungs-

verstärkung $V_{u12} = \frac{\hat{u}_{a2}}{\hat{u}_{e1}} = 750$ ergibt.

[Hinweis: Benutzen Sie ggf. den folgenden Ersatzwert: $V_{u1} = 300$]

Nun wird der Schaltungsteil „Ausgangsstufe“ betrachtet.

2.4 Um was für eine OP-Schaltung handelt es sich hier? Nennen Sie zwei charakteristische Eigenschaften dieser Schaltung. Wie groß ist die

Spannungsverstärkung $V_{u3} = \frac{\hat{u}_{a3}}{\hat{u}_{a2}}$ der Ausgangsstufe? Welche Leistung P_L

wird im Lastwiderstand R_L umgesetzt?

Aufgabe 3:

- Zu jeder Frage ist genau eine Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit 1 Punkt gewertet. Für falsche Antworten wird jeweils ein Punkt abgezogen. Nicht bearbeitete Fragen werden mit 0 Punkten bewertet. Eine negative Gesamtpunktzahl in Aufgabe 3 wird mit 0 Punkten gewertet.
- Kennzeichnen Sie Ihre Lösung eindeutig (z. B. ~~X~~).
- Sollte eine Korrektur erforderlich sein, markieren Sie bitte alle Lösungen und kennzeichnen Sie die korrigierte Lösung zusätzlich (z. B. ~~X~~).

3.1 Die Klemmenspannung einer realen Gleichspannungsquelle

- a) nimmt bei steigender Belastung ab.
- b) ist immer konstant.
- c) steigt mit zunehmendem Strom.

3.2 Bei der Wechselstromrechnung mit Amplituden $\hat{u}$, $\hat{i}$ gilt an einem Widerstand R für die mittlere Leistung P:

- a) $P = \hat{u}_R \cdot \hat{i}_R$
- b) $P = \frac{1}{2} \cdot \hat{u}_R \cdot \hat{i}_R$
- c) $P = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{u}_R \cdot \hat{i}_R$

3.3 Bei einer R-C-Parallelschaltung gilt folgende Aussage:

- a) Der Gesamtstrom eilt der Spannung um den Winkel $\arctan\left(\frac{R}{\frac{1}{\omega C}}\right)$ nach.
- b) Der Gesamtstrom eilt der Spannung um den Winkel $\arctan\left(\frac{\omega \cdot C}{G}\right)$ nach.
- c) Der Gesamtstrom eilt der Spannung um den Winkel $\arctan\left(\frac{\omega \cdot C}{G}\right)$ vor.

3.4 Bei der Berechnung eines linearen elektrischen Netzwerks mit zwei Spannungsquellen wird der Überlagerungssatz angewendet. Folgendes ist zu beachten:

- a) Die jeweils nicht betrachtete Spannungsquelle wird offen gelassen.
- b) Die Leistung an einem Widerstand im Netzwerk kann nicht bestimmt werden, indem man beide Einzelleistungen P_1 und P_2 addiert.
- c) Es werden immer zwei Quellen gleichzeitig betrachtet.

3.5 Ein Netzwerk wird mit Hilfe der Methode der Ersatzspannungsquelle berechnet. Die in der Ersatzspannungsquelle umgesetzte Leistung ist

- a) genau gleich der umgesetzten Leistung im ursprünglichen Netzwerk.
- b) im Allgemeinen nicht gleich der umgesetzten Leistung im ursprünglichen Netzwerk.
- c) immer doppelt so groß wie die umgesetzte Leistung im ursprünglichen Netzwerk.

3.6 Der Effektivwert U einer beliebigen aber T -periodischen Spannung $u(t)$ berechnet sich zu:

a) $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$

b) $U = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t) \cdot dt}$

c) $U = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot dt$

3.7 Bei einem gedämpften Reihenschwingkreis (Reihenschaltung von R , C , L) wird der Eingangsstrom I in Resonanz ($f = f_r$)

- a) minimal.
- b) maximal.
- c) imaginär.

3.8 In welchem Bereich des Kennlinienfeldes wird ein n -Kanal MOSFET betrieben, wenn er in einer Verstärkerschaltung verwendet wird?

- a) Sperrbereich
- b) Ohmscher Bereich
- c) Abschnürbereich

3.9 Welche Aussage bezüglich einer Kapazität C stimmt?

- a) Der Kondensatorstrom kann nicht springen.
- b) Die Spannung am Kondensator kann nicht springen.
- c) Weder Strom noch Spannung können springen.

3.10 Die Impedanz eines Serienschwingkreises beträgt:

a) $Z = R + j \cdot (\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C})$

b) $Z = R + j \cdot (X_L - \frac{1}{X_C})$

c) $Z = R + j \cdot (\omega \cdot L + \frac{1}{\omega \cdot C})$

3.11 Das elektrische Ersatzschaltbild eines Bipolartransistors enthält eine gesteuerte Quelle. Welche Aussage stimmt?

- a) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Spannungsquelle.
- b) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Stromquelle.
- c) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle.

3.12 Der typische Spannungsabfall in Durchlassrichtung beträgt an einer Siliziumdiode

- a) immer genau 1 V.
- b) ungefähr 0,7 V.
- c) ungefähr 0,3 V.

3.13 Als Ankerrückwirkung bei der Gleichstrommaschine wird

- a) das durch die Ankerströme verursachte Bremsdrehmoment bezeichnet.
- b) die Verzerrung des Hauptmagnetfelds durch das Ankerquerfeld bezeichnet.
- c) die Geräuschentwicklung in der Maschine durch die Kohlebürsten am Anker bezeichnet.

3.14 Das elektrische Ersatzschaltbild eines Feldeffekttransistors enthält eine gesteuerte Quelle. Welche Aussage stimmt?

- a) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Spannungsquelle.
- b) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Stromquelle.
- c) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle.

3.15 Eine Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker ohne Rückkopplung

- a) wird den Operationsverstärker beschädigen.
- b) wird als Komparator-Schaltung bezeichnet.
- c) wird am Ausgang des Operationsverstärkers immer eine Spannung von exakt 0 V liefern.

3.16 Welche der Aussagen ist richtig?

- a) Bei der Sternschaltung ist der Leiterstrom gleich dem Strangstrom.
- b) Bei der Sternschaltung ist die Leiterspannung gleich der Strangspannung.
- c) Bei der Sternschaltung ist der Strom im Neutralleiter immer gleich dem Strangstrom.

3.17 Durch die Erhöhung des Erregerstromes I_f einer fremderregten Gleichstrommaschine wird

- a) der Fluss ϕ im Stator vergrößert.
- b) die Leerlaufdrehzahl n_0 des Motors erhöht.
- c) der Fluss ϕ im Stator verkleinert.

3.18 Eine Spannung wird induziert, wenn

- a) eine ruhende Leiterschleife von einem elektrischen Wechselfeld durchsetzt wird.
- b) sich eine ruhende Leiterschleife in einem zeitlich konstanten Magnetfeld befindet.
- c) eine Leiterschleife von einem magnetischen Wechselfeld durchsetzt wird.

3.19 Die Leerlaufdrehzahl einer fremderregten Gleichstrommaschine steigt, wenn

- a) die Ankerspannung durch einen Ankervorwiderstand vermindert wird
- b) der Erregerstrom durch einen Erregervorwiderstand vermindert wird
- c) der Erregerstrom durch Erhöhung der Erregerspannung vergrößert wird

3.20 Wie kann die Leerlaufdrehzahl von Asynchronmotoren am Netz beeinflusst werden?

- a) Durch die Veränderung der Polpaarzahl p .
- b) Durch die Veränderung der Höhe der Netzspannung.
- c) Durch die Erhöhung des Kippdrehmomentes.