

Bitte in Blockschrift ausfüllen!

13.09.2007

Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Aufgabe 1:

- Pro Teilaufgabe können 4 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!

Eine fremderregte Gleichstrommaschine (GM) wird als Antriebsmotor verwendet (siehe Bild 1). Es soll nun das Anlauf- sowie das stationäre Betriebsverhalten der GM untersucht werden.

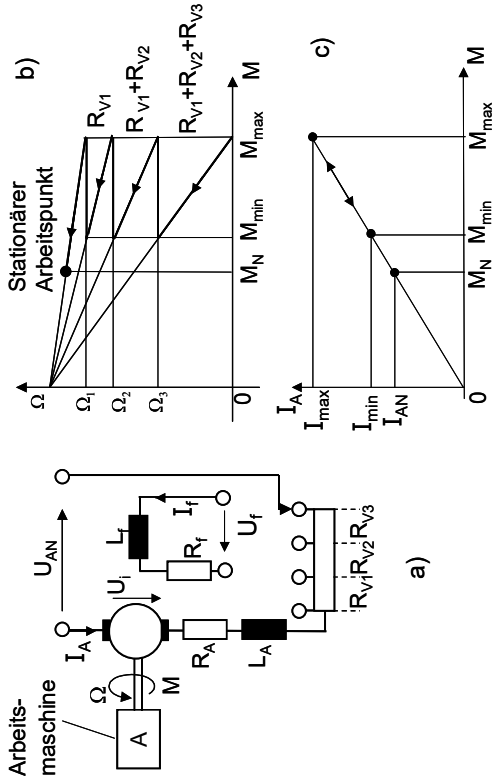


Bild 1 Ersatzschaltbild der fremderregten GM mit Widerstandsanlasser:

a) Schaltung; b) Hochlaufvorgang im Ω -M-Diagramm;

c) $I_A(M)$ -Abhängigkeit

Von der fremderregten GM sind folgende Daten bekannt:

Ankernennspannung:	$U_{AN} = 220 \text{ V}$
Ankernennstrom:	$I_{AN} = 21,0 \text{ A}$
Nennleistung:	$P_N = 4,0 \text{ kW}$
Nennzahl:	$n_N = 1500 \text{ min}^{-1}$
Erregerspannung:	$U_f = 220 \text{ V}$
Erregerstrom:	$I_f = 1,14 \text{ A}$

Für den Hochlauf gilt:	Minimaler Ankerstrom $I_{\min} = 1,29 \cdot I_{AN}$
	Maximaler Ankerstrom $I_{\max} = 2 \cdot I_{AN}$

Eisenverluste und Reibungsverluste können stets vernachlässigt werden. Es treten keine Eisensättigungserscheinungen auf. Beim Hochlaufvorgang der Gleichstrommaschine mit Nennlast ändert sich das Moment der Maschine zwischen $M_{\max}$ und $M_{\min}$ (siehe Bild 1 b) bzw. der Ankerstrom zwischen $I_{\max}$ und $I_{\min}$ (siehe Bild 1 c).

Fragen:

- Bestimmen Sie die aufgenommene elektrische Leistung P_1 der GM im Nennbetrieb. Wie groß sind die Verluste und der Wirkungsgrad der GM im Nennbetrieb?
- Wie groß ist der Ankerwiderstand R_A und die induzierte Spannung U_{IN} im Nennbetrieb?
- Wie groß ist die ideale Leerlaufdrehzahl n_0 bei Ankernennspannung und das Nennmoment M_N der Gleichstrommaschine? [Hinweis: falls erforderlich, rechnen Sie mit folgenden Ersatzwerten: $R_A = 1,6 \Omega$; $U_{IN} = 186,4 \text{ V}$].

- Der Anlauf der GM erfolgt mit einem Widerstandsanlasser (Bild 1 a) bestehend aus drei Vorwiderständen R_{V1} , R_{V2} und R_{V3} , sodass beim Hochlauf der Gleichstrommaschine entsprechend Bild 1 b und Bild 1 c der

maximale und minimale Strom im Anker in den gegebenen Grenzen liegt.
Wie groß sind die Vorwiderstände R_{V1} , R_{V2} und R_{V3} entsprechend diesen Randbedingungen zu wählen? [Hinweis: Falls erforderlich, rechnen Sie mit dem Ersatzwert $R_A = 1,6 \, \Omega$ und verwenden Sie für die Ankerstromgrenzwerte $I_{\min} = 1,35 \cdot I_{AN}$ und $I_{\max} = 2 \cdot I_{AN}$.]

5. Wie groß sind die Stufendrehzahlen n_1 , n_2 und n_3 in min^{-1} des Ankers, bei denen die entsprechenden Vorwiderstände umgeschaltet werden?

[Hinweis: Falls erforderlich, rechnen Sie mit folgenden Ersatzwerten: $U_{IN} = 186,4 \, \text{V}$, $R_A = 1,6 \, \Omega$, $R_{V1} = 0,78 \, \Omega$, $R_{V2} = 1,15 \, \Omega$, $R_{V3} = 1,71 \, \Omega$.]

Aufgabe 2:

- Pro Teilaufgabe können 4 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!

Ein zweistufiger Kleinsignalverstärker besteht aus einem n-Kanal-MOSFET in Source-Schaltung und einem Bipolartransistor in Emitterschaltung (siehe Bild 2).

Von der Schaltung sind folgende Daten bekannt:

Versorgungsspannung $U_{\text{Bat}} = 24 \, \text{V}$

Source-Schaltung mit n-Kanal-MOSFET (Bild 2 a):

Schwellspannung $U_{\text{th}} = 1,6 \, \text{V}$

Steilheitskoeffizient $S = 30 \, \text{mA/V}^2$

Arbeitspunkt $U_{\text{DS}} = U_{\text{BAT}}/2 = 12 \, \text{V}$ und $I_{\text{D}} = 10 \, \text{mA}$

Gate-Source-Kapazität $C_{\text{GS}} = 0 \, \text{F}$

Bipolartransistor in Emitterschaltung (Bild 2 b):

Basiswiderstand $R_B = 200 \, \Omega$
Schleussenspannung $U_{\text{BE0}} = 0,56 \, \text{V}$
Stromverstärkung $B = \beta = 160$
Arbeitspunkt $U_{\text{CE}} = U_{\text{BAT}}/2 = 12 \, \text{V}$ und $I_C = 240 \, \text{mA}$
Kollektor-Basis-Kapazität $C_{\text{CB}} = 0 \, \text{F}$
Kollektor-Emitter-Widerstand $R_{\text{CE}} = \infty \, \Omega$

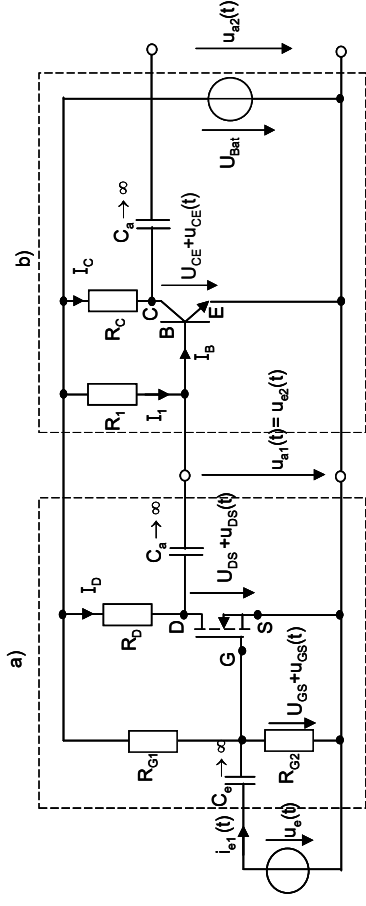


Bild 2 Grundsaltung eines Verstärkers aus einem n-Kanal-MOSFET - Schaltungsteil a) und eines Bipolartransistors in Emitterschaltung - Schaltungsteil b)

Fragen:

- Zeichnen Sie das Gleichstrom-Ersatzschaltbild für den Schaltungsteil a) aus Bild 2. Wie groß ist der Widerstand R_D und die Gate-Source-Spannung U_{GS} für den angegebenen Arbeitspunkt zu wählen?
- Zeichnen Sie das Wechselstrom-Ersatzschaltbild für den Schaltungsteil a) aus Bild 2. Wie groß werden die Widerstände R_{G1} und R_{G2} , wenn der Eingangswiderstand R_{e1} der ersten Stufe des Verstärkers $R_{\text{e1}} = 0,3 \, \text{M}\Omega$ ist? Ermitteln Sie die Steilheit G_S des MOSFET. [Hinweis: Falls erforderlich, rechnen Sie mit folgendem Ersatzwert: $U_{\text{GS}} = 2,5 \, \text{V}$]
- Ermitteln Sie die Leerlauf-Spannungsverstärkung V_{u1} der Gate-Source-Stufe. Wie groß ist der Ausgangswiderstand R_{a1} dieses Schaltungsteils?

[Hinweis: Der Ausgang sei unbelastet, d.h. der Eingangswiderstand der zweiten Stufe wird hier nicht berücksichtigt). Hinweis: Falls erforderlich, rechnen Sie mit folgenden Ersatzwerten: $R_D = 1,25 \text{ k}\Omega$, $G_S = 25 \text{ mS}$].

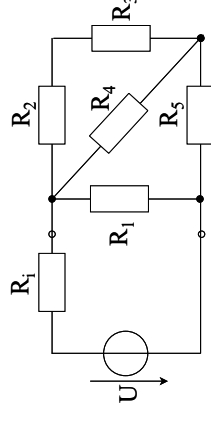
4. Zeichnen Sie das Gleichstrom-Ersatzschaltbild für die Stufe mit dem Bipolartransistor (Schaltungsteil Bild 2 b). Ermitteln Sie die Widerstände R_C und R_1 zur Einstellung des Arbeitspunktes und berechnen Sie zwei Punkte der Arbeitsgeraden (für $U_{CE} = 0$ und $U_{CE} = U_{Batt}$).

5. Zeichnen Sie das Wechselstrom-Ersatzschaltbild für den Schaltungsteil b) aus Bild 2. Wie groß ist der Eingangswiderstand R_{e2} dieses Schaltungsteils? Wie groß sind Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärkung v_{i2} , v_{u2} bzw. v_{p2} der Bipolartransistorstufe bei mittlerer Frequenz? [Hinweis: Falls erforderlich, rechnen Sie mit folgenden Ersatzwerten: $R_C = 45 \Omega$, $R_1 = 15,5 \text{ k}\Omega$].

Aufgabe 3:

- Zu jeder Frage ist nur eine Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit 1 Punkt gewertet. Für falsche Antworten wird jeweils ein Punkt abgezogen. Nicht bearbeitete und ungültig beantwortete Fragen werden mit 0 Punkten bewertet. Eine negative Gesamtpunktzahl in Aufgabe 3 wird mit 0 Punkten gewertet.
- Kennzeichnen Sie Ihre Lösung eindeutig durch ein „X“!

3.1 Wieviele unabhängige Knoten- und Maschengleichungen können für die unten angegebene Schaltung aufgestellt werden?



- a) 3 Knoten- und 3 Maschengleichungen
- b) 2 Knoten- und 3 Maschengleichungen
- c) 2 Knoten- und 4 Maschengleichungen

3.2 Ein Netzwerk wird mit Hilfe der Methode der Ersatzspannungsquelle berechnet. Es gilt folgende Aussage:

- a) Die in der Ersatzspannungsquelle umgesetzte Leistung entspricht der umgesetzten Leistung im Originalnetzwerk.
- b) Die in der Ersatzspannungsquelle umgesetzte Leistung entspricht im Allgemeinen nicht der umgesetzten Leistung im Originalnetzwerk.
- c) Die Leistungen sind nur im Leerlauf gleich.

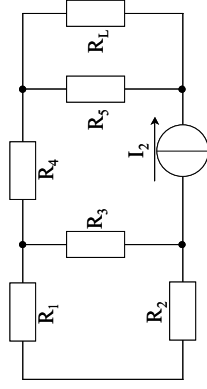
3.3 Der Ersatzleitwert von k parallel geschalteten ohmschen Widerständen ist

- a) die arithmetische Summe der k Widerstände.
- b) der Kehrwert der Summe der k Widerstände.
- c) die Summe der Kehrwerte der k Widerstände.

3.4 Der Überlagerungssatz kann nur dann angewendet werden, wenn

- es sich um ein lineares bzw. linearisiertes Netzwerk handelt.
- es sich um ein Gleichstromnetzwerk mit genau zwei Quellen handelt.
- im Netzwerk nur sinusförmige Spannungen und Ströme auftreten.

3.5 Wie groß ist die umgesetzte Wirkleistung im Lastwiderstand R_L ?



- $P_L = \frac{R_L \cdot R_5}{R_L + R_5} \cdot I_2^2$
- $P_L = R_L \cdot \left(\frac{(R_4 + R_3) \cdot R_5 \cdot I_2}{R_4 + R_3 + R_5} \right)^2$
- $P_L = R_L \cdot \left(\frac{I_2 \cdot R_5}{R_5 + R_L} \right)^2$

3.6 Der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Strom und Spannung an einer R-L-Reihenschaltung ist

- stets kleiner Null.
- nur bei der Resonanzfrequenz identisch gleich Null.
- abhängig von R und L stets zwischen Null und $+90^\circ$.

3.7 Im Arbeitsbereich einer realen Diode mit steigendem Diodenstrom

- nimmt der differentielle Widerstand zu.
- bleibt der differentielle Widerstand praktisch konstant.
- bleibt der statische Widerstand praktisch konstant.

3.8 Im Resonanzfall eines R-L-C-Serienschwingkreises hoher Güte an der eingepprägten Spannung U gilt:

- $|\underline{U}_L| = |\underline{U}_C| = \frac{U}{2}$ und $\varphi = +\frac{\pi}{4}$
- $|\underline{U}_R| > |\underline{U}_L| > |\underline{U}_C| > U$
- $|\underline{U}_R| = U$ und $|\underline{U}_L| = |\underline{U}_C| \gg U$ und $\varphi = 0$

3.9 Ein idealer Transformator ist dadurch gekennzeichnet dass

- $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{w_1}{w_2}$
- er keinerlei ohmsche Verluste aufweist.
- die Ausgangsscheinleistung das $\sqrt{2}$ -fache der Eingangsscheinleistung beträgt.

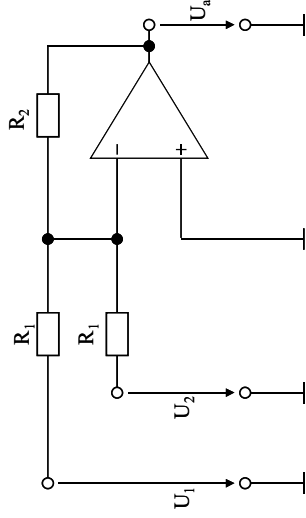
3.10 Ein symmetrisches Drehstromsystem hat folgende Eigenschaften

- $f_1 = f_2 = f_3 = f$ $U_1 = U_2 = U_3 = U$ $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = \underline{Z}$
- $U_S = \sqrt{3} \cdot U_L$ $I_L = \sqrt{3} \cdot I_S$ $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = \underline{Z}$
- $\underline{S} = \sqrt{3} \cdot U_S \cdot \underline{I}_S^*$ $p_1(t) = p_2(t) = p_3(t) = P$

3.11 Welche Aussage stimmt?

- Das Ersatzschaltbild eines Bipolartransistor enthält eine stromgesteuerte Spannungsquelle.
- Das Ersatzschaltbild eines MOSFET enthält eine stromgesteuerte Stromquelle.
- Das Ersatzschaltbild eines Operationsverstärkers enthält eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle.

3.12 Wie groß ist die Ausgangsspannung U_a der folgenden Operationsverstärkerschaltung in Abhängigkeit von den Eingangsspannungen U_1 und U_2 ?



- a) $U_a = (U_1 - U_2) \cdot \frac{R_2}{R_1}$
 b) $U_a = -(U_1 + U_2) \cdot \frac{R_2}{R_1}$
 c) $U_a = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} - U_2 \cdot \frac{R_1}{R_2}$

3.13 Was bewirkt die Rückkopplung bei einer Operationsverstärkerschaltung?

- a) Die Verstärkung v_U kann auf einen endlich großen Wert eingestellt werden.
 b) Dadurch wird der Arbeitspunkt der Schaltung eingestellt.
 c) Der Verstärker kann nicht mehr übersteuert werden.

3.14 Auf dem Typenschild eines Drehstrommotors ist die Angabe $U_N = 230/400V$ angegeben. Der Motor kann betrieben werden:

- a) am 230 V Drehstromnetz in Stern- und am 400 V Drehstromnetz in Dreieckschaltung.
 b) am 230 V Drehstromnetz in Dreieck- und am 400 V Drehstromnetz in Sternschaltung.
 c) sowohl am 230 V Wechselstromnetz und am 400 V Drehstromnetz unabhängig von der Schaltung.

3.15 Bei der Fernübertragung elektrischer Energie wird Drehstrom benutzt:

- a) wegen der magnetischen Ausnutzung der induktiv wirkenden Leitungen.
 b) wegen dem um Faktor $\sqrt{3}$ größeren Leistungsfaktor.
 c) wegen der im symmetrischen Fall konstanten momentanen Leistung.

3.16 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.

3.17 Ein Kondensator ist auf die Spannung U aufgeladen und trägt die Ladung Q . Die gespeicherte elektrische Energie beträgt:

- a) $W = \frac{Q \cdot U^2}{2 \cdot C}$
 b) $W = \frac{C \cdot U}{2 \cdot Q}$
 c) $W = \frac{C \cdot U^2}{2}$

3.18 Die Gesamtkapazität von n in Reihe geschalteten Kondensatoren beträgt

a)
$$C = \sum_{k=1}^n C_k$$

b)
$$C = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}}$$

c)
$$C = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot \dots \cdot C_n}{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}$$

3.19 Bei Zunahme der Belastung einer fremderregten Gleichstrommaschine bei konstanter Ankerspannung und konstanter Erregung

- a) nimmt der Anker- und der Erregerstrom zu.
- b) nimmt die induzierte Spannung U_i im Anker ab.
- c) geht die Drehzahl und das Drehmoment zurück.

3.20 Die Leerlaufdrehzahl einer Drehstrom-Asynchronmaschine hängt

- a) quadratisch von der Spannung des speisenden Netzes ab.
- b) vom Produkt aus Spannungsquadrat und Frequenz ab.
- c) alleinig linear von der Frequenz ab.