



Grundlagen der Elektrotechnik B

16.09.2014

Name:					Matrikel-Nr.:			
Studiengang:					<input type="checkbox"/> Fachprüfung <input type="checkbox"/> Leistungsnachweis			
Aufgabe:	1	2	3	4	5	Tests	Σ	Note
Punkte:	20	20	20	20	20	6	100	

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

Zugelassene Hilfsmittel:

- ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne grafikfähigem Display
- Zeichenmaterialien (Zirkel, Geodreieck, Lineal, Stifte)

Bitte beachten Sie:

- Bitte Studienausweis mit Lichtbild bereitlegen!
- Bitte beschriften Sie jeden Klausurbogen mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer. Benutzen Sie für jede Aufgabe einen neuen Klausurbogen. Verwenden Sie keine Bleistifte und keine roten Stifte.
- Bei Zahlenrechnungen sind die Maßeinheiten in jedem Schritt mitzuführen. Nichtbeachtung führt zu Punktabzug.
- Alle Lösungswege sind nachvollziehbar zu dokumentieren und zu kommentieren! Die Angabe eines Endergebnisses ohne erkennbaren Lösungsweg wird nicht gewertet.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: Gleichstrommaschine

(20 Punkte)

Gegeben sei ein Reihenschlussmotor, der an eine mechanische Last angeschlossen ist. In allen Aufgabenteilen können die Bürstenspannungen vernachlässigt werden. Achten Sie in den Aufgabenteilen auf die unterschiedlichen Schalterstellungen der Vorwiderstände.

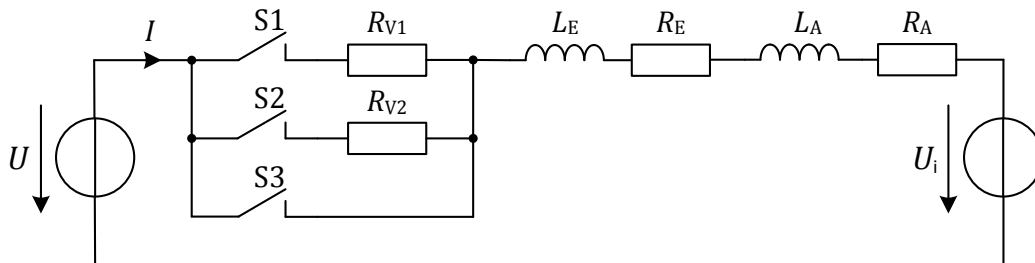


Abbildung 1.1: Ersatzschaltbild des Reihenschlussmotors mit Vorwiderstandsnetzwerk

Folgende Parameter seien über den Motor bekannt:

$$\begin{array}{llll}
 U = 230 \text{ V} & c_M = 40 & R_A = 0,5 \ \Omega & R_E = 1,8 \ \Omega \\
 L_A = 40 \text{ mH} & L_E = 250 \text{ mH} & N_E = 15 & I_N = 10 \text{ A}
 \end{array}$$

1. Geben Sie allgemein an, wie der Strom I und das Drehmoment T im **stationären Betriebsfall** bestimmt werden können, wenn von dem Motor nur die oben angegebenen Werte, der Vorwiderstand R_{V1} und die Winkelgeschwindigkeit ω bekannt sind (S1 geschlossen, S2 und S3 offen).
2. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Motors, wenn sich im stationärem Betriebsfall eine Drehzahl von $n = 400 \text{ min}^{-1}$ eingestellt hat und S3 dabei geschlossen ist.

Im Folgenden werde ein Anlaufvorgang aus dem Stillstand ($n = 0$) durchgeführt. Vernachlässigen Sie die Drehzahländerungen während der elektrischen Ausgleichvorgänge, so dass Sie stationäre Rechnung anwenden können.

3. * Bestimmen Sie den Vorwiderstand R_{V1} so, dass nach dem Schließen von S1 der Anlaufstrom $I = 1,3 I_N$ erreicht (S2 und S3 offen).
4. * Im Anlaufvorgang erhöht sich nun die Drehzahl des Motors. Dabei verringert sich der Strom I . Sobald der Strom $I = I_N$ erreicht, soll ebenfalls S2 geschlossen werden. Wie muss der Widerstand R_{V2} gewählt werden, damit sich der Strom beim Zuschalten von R_{V2} erneut auf $I = 1,3 I_N$ einstellt? (S1 geschlossen, S3 offen).

* Diese Aufgabenteile können unabhängig von den Aufgabenteilen 1 und 2 gerechnet werden.

Hinweise: $L'_E = c_M \frac{L_E}{N_E}$ $U_i = c_M \Phi_E \omega$ $T = L'_E i_E i_A$

Aufgabe 2: Gleichstromsteller

(20 Punkte)

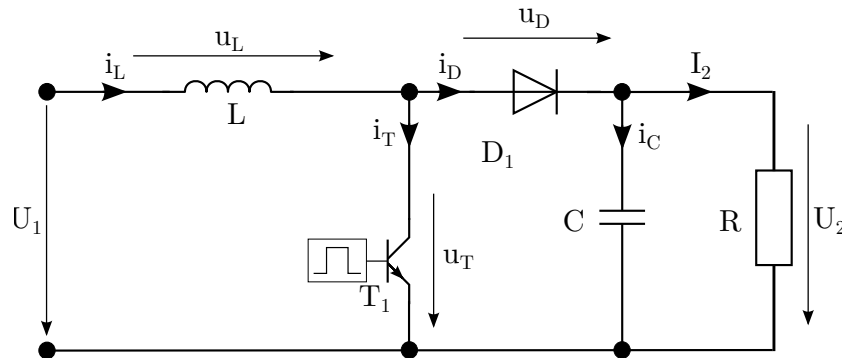


Abbildung 2.1: Gleichstromsteller

Mit Hilfe des abgebildeten Gleichstromstellers (Abbildung 2.1) wird aus einer konstanten Eingangsspannung U_1 eine einstellbare Ausgangsspannung U_2 erzeugt. Der Transistor T_1 und die Diode D_1 seien ideal. Die Schaltfrequenz betrage $f_s = 20\text{ kHz}$. Es werde stationärer Betrieb vorausgesetzt. Für die nachfolgenden Betrachtungen werde C als so groß angenommen, dass mit guter Genauigkeit die Spannung U_2 als konstant angenommen werden darf.

1. Um welchen Typ eines Gleichstromstellers handelt es sich?
2. Leiten Sie die Funktion der Ausgangsspannung U_2 in Abhängigkeit von Eingangsspannung U_1 und Tastverhältnis D her.
3. Skizzieren Sie in Abbildung 2.2 für das Tastverhältnis $D = 0,25$ folgende Verläufe:
 - Spulenspannung $u_L(t)$
 - Spulenstrom $i_L(t)$ (Es gelte $i_L(t = 0) = i_{L,min}$)
 - In der Spule gespeicherte Energie $E_L(t)$
 - Transistorstrom $i_T(t)$
4. Stellen Sie die Funktion aus Teilaufgabe 2 in geeigneter Weise grafisch dar.

In den folgenden Teilaufgaben sei die Eingangsspannung $U_1 = 24\text{ V}$

5. Geben Sie die minimal mögliche Ausgangsspannung U_2 der Schaltung an!
6. Für das Tastverhältnis $D = 0,5$ soll die Stromschwankung maximal $\Delta i_L = i_{L,max} - i_{L,min} = 600\text{ mA}$ betragen. Berechnen Sie die hierfür notwendige Induktivität L .
7. Wie groß muss der Lastwiderstand R gewählt werden, damit der Gleichstromsteller bei einem Tastverhältnis von $D = 0,25$ und mit der Induktivität aus Teilaufgabe 6 genau an der Lückgrenze (d.h. $i_{L,min} = 0\text{ A}$) betrieben wird.

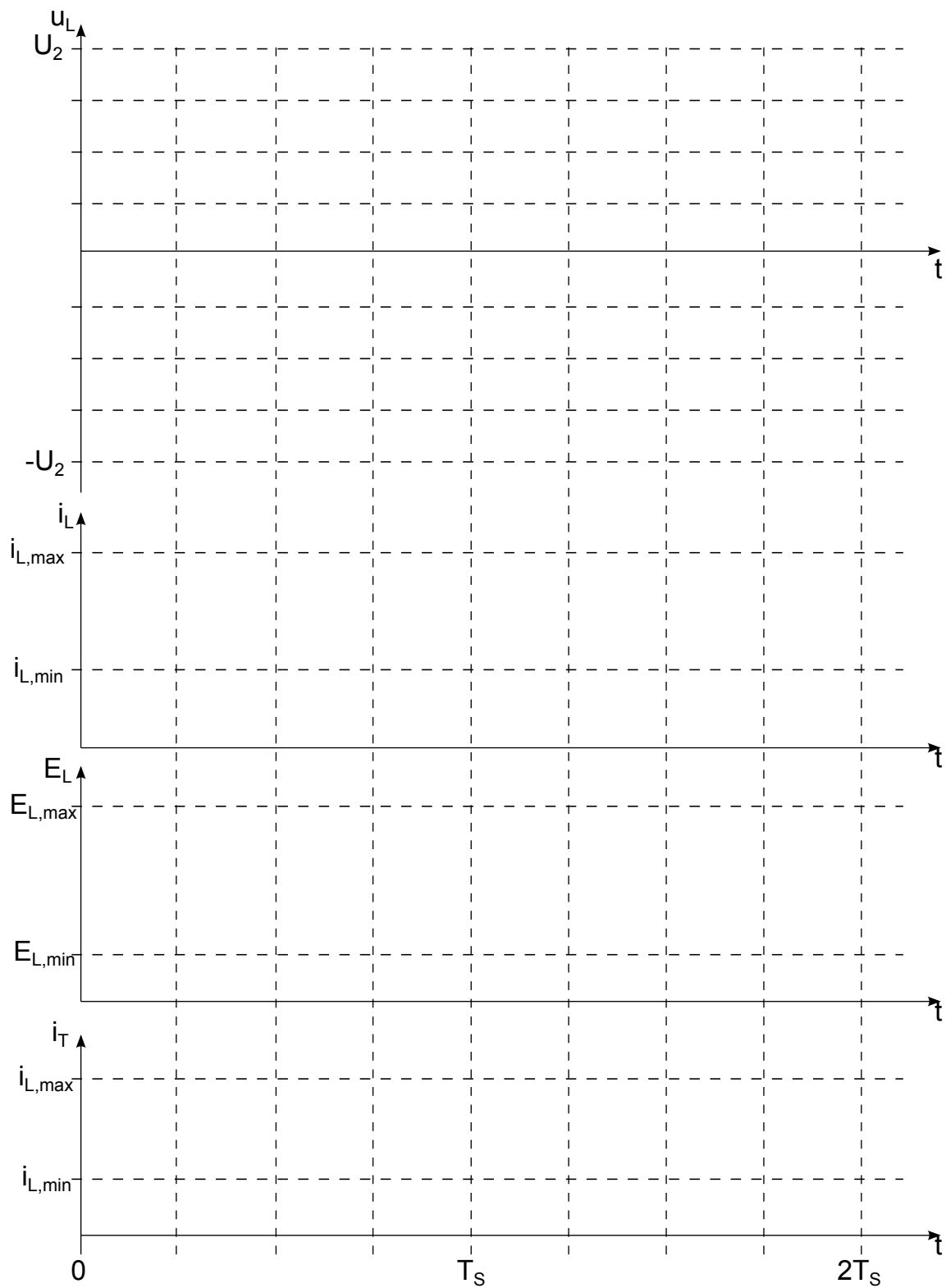


Abbildung 2.2: Verlauf von $u_L(t)$, $i_L(t)$, $E_L(t)$ und $i_T(t)$

Aufgabe 3: Übertragungsfunktion, komplexe Wechselstromrechnung

(20 Punkte)

Gegeben sei das folgende elektrische Netzwerk:

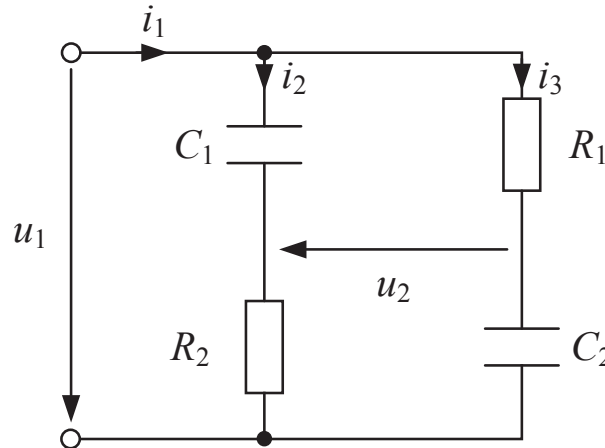


Abbildung 3.1: Komplexes Widerstandsnetzwerk

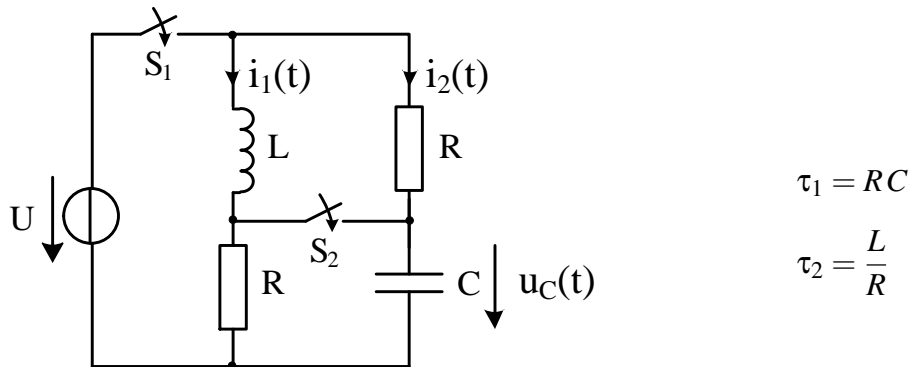
Die darin aufgeführten Bauelemente haben folgende Werte:

$$C = C_1 = C_2 = 1 \text{ mF} \quad R = R_1 = R_2 = 1 \text{ } \Omega$$

1. Stellen Sie die komplexe Übertragungsfunktion $\underline{H}(j\omega) = \frac{U_2}{U_1}$ allgemein in Abhängigkeit der Bauteilparameter auf. Geben Sie das Ergebnis in der Form $\underline{H}(j\omega) = \frac{1+j\text{Im}(\underline{N})}{\text{Re}(\underline{D})+j\text{Im}(\underline{D})}$ an, wobei \underline{N} für den komplexen Zähler und \underline{D} für den komplexen Nenner steht.
2. Bestimmen Sie mit Hilfe der von Ihnen aufgestellten Übertragungsfunktion $\underline{H}(j\omega)$ die Kreisfrequenz ω so, dass die Spannung \underline{U}_1 der Brückenquerspannung \underline{U}_2 um 135° voraus-eilt.
3. Die Brückenquerspannung U_2 soll 50 V betragen. Welche Werte ergeben sich damit für die Ströme I_1 , I_2 und I_3 ?
4. Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm mit den Ihnen nun bekannten Spannungs- und Stromzeigern. Verwenden Sie dabei den folgenden Maßstab: $10\text{V} \hat{=} 10\text{A} \hat{=} 1\text{cm}$. Ermitteln Sie die Eingangsspannung \underline{U}_1 graphisch.
5. Wie groß ist die aufgenommene Wirkleistung P , die Blindleistung Q und die Scheinleistung S der gesamten Schaltung bei der von Ihnen berechneten Kreisfrequenz ω ?
6. Skizzieren Sie für die Übertragungsfunktion $\underline{H}(j\omega)$ das Bode-Diagramm. Achten Sie dabei auf eine geeignete Skalierung der Abszisse. Untersuchen Sie hierfür zunächst das Verhalten der Übertragungsfunktion für charakteristische Kreisfrequenzen.

Aufgabe 4: Ausgleichsvorgang
(20 Punkte)

Gegeben sei die in Abbildung 4.1 dargestellte Schaltung:


Abbildung 4.1: Schaltbild zu Aufgabe 4

Der Schalter S_1 werde zum Zeitpunkt $t = 0$ geschlossen. Zu diesem Zeitpunkt sei keine Energie in Spule und Kondensator gespeichert. Der Schalter S_2 sei geöffnet.

1. Wie groß ist der Anfangswert des Stromes $i_1(t = 0^+)$?
2. Wie groß ist der Anfangswert des Stromes $i_2(t = 0^+)$?
3. Wie groß ist der Endwert des Stromes $i_1(t \rightarrow \infty)$?
4. Wie groß ist der Endwert des Stromes $i_2(t \rightarrow \infty)$?
5. Geben Sie den Stromverlauf $i_1(t)$ an und skizzieren Sie den Verlauf!
6. Geben Sie den Stromverlauf $i_2(t)$ an und skizzieren Sie den Verlauf!
7. Nach dem Abklingen der Ausgleichsvorgänge wird der Schalter S_2 geschlossen. Wie verändern sich dadurch die Verläufe von $i_1(t)$ und $i_2(t)$?

Aufgabe 5: Stromkompensierende Drossel

(20 Punkte)

Gegeben sei der in Abbildung 5.1 dargestellte magnetische Kreis. Die Streuung des magnetischen Flusses kann vernachlässigt werden.

Hinweis: Achten Sie auf den Wicklungssinn!

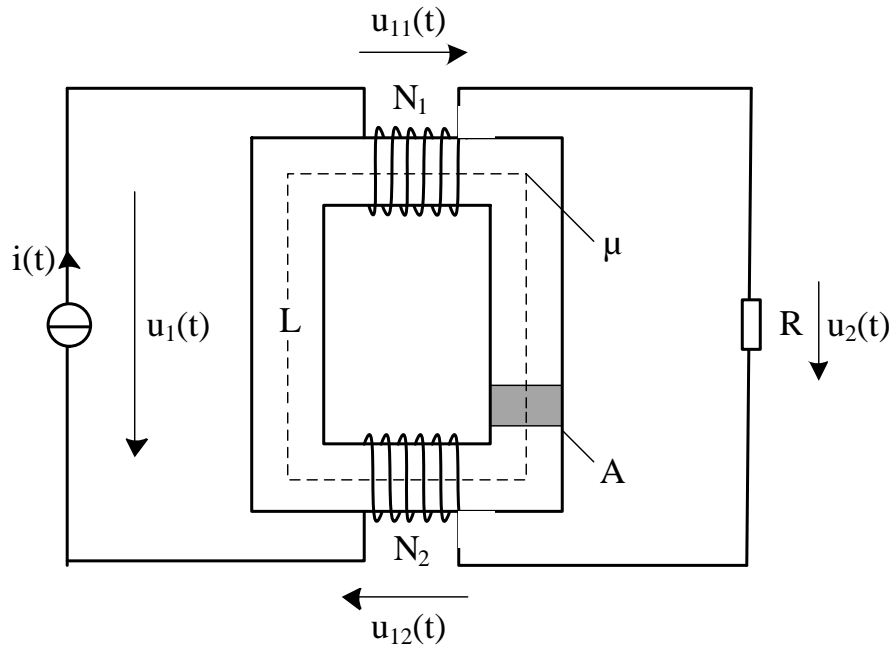


Abbildung 5.1: Magnetischer Kreis

Der Eingangsstrom sei gegeben durch folgenden Verlauf.

$$i(t) = I_0 \sin(\omega t) \tag{5.1}$$

Bestimmen Sie alle Ausdrücke allgemein, ohne Zahlenwerte.

1. Bestimmen Sie die Spannung $u_2(t)$.
2. Zeichnen Sie das Reluktanzmodell des magnetischen Kreises und bestimmen Sie den magnetischen Widerstand.
3. Bestimmen Sie die magnetischen Fluss durch den Kern.
4. Bestimmen Sie die Spannungen $u_{11}(t)$ und $u_{12}(t)$.
5. Bestimmen Sie die Spannung $u_1(t)$.
6. Bestimmen Sie die Spannung $u_1(t)$ für $N_1 = N_2$.