

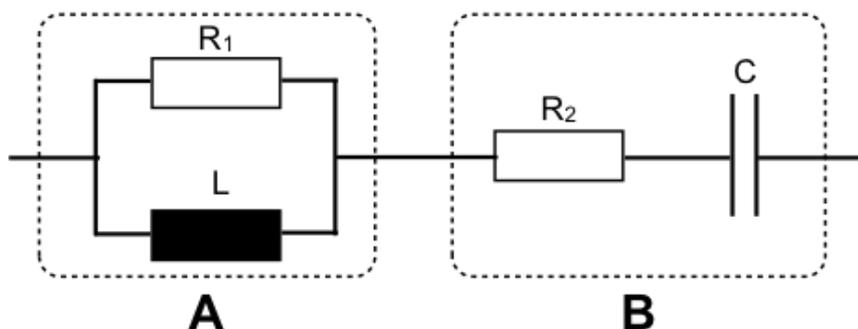
Bachelorprüfung: Lineare elektrische Netze
28. März 2011

Aufgabe 1

Ortskurve

(20 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung:



$$R_1 = 200 \, \Omega, R_2 = 100 \, \Omega, L = 100 \text{mH}, C = 100 \, \mu\text{F}$$

- a) Skizzieren Sie für **Schaltungsteile A und B** jeweils getrennt die Ortskurven der **Impedanz** und **Admittanz**. Benutzen Sie Diagramm D1.1. Zeichnen Sie \underline{Z}_A und \underline{Z}_B in den oberen Graphen. Zeichnen Sie weiterhin \underline{Y}_A und \underline{Y}_B in den unteren Graphen. Kennzeichnen Sie, welche Ortskurven zu Bauteil A und zu Bauteil B gehören, sowie jeweils $\omega \rightarrow 0$ und $\omega \rightarrow \infty$.

(5 Punkte)

Die folgenden Teilaufgaben können auch ohne die vorherige gelöst werden!

- b) Wie lautet die Gleichung der **Gesamtimpedanz** in Abhängigkeit der Induktivität $\underline{Z}(L)$? Stellen Sie zur Berechnung von $\underline{Z}(L)$ zunächst die Gleichungen der Teilimpedanzen $\underline{Z}_A(L)$ und $\underline{Z}_B(L)$ auf. Geben Sie das Ergebnis von $\underline{Z}(L)$ getrennt nach Real- und Imaginärteil an.

(5 Punkte)

c) Nehmen Sie nun an, dass $\omega = 100/\text{s}$ und L variiert. Berechnen Sie die Imaginärteile der Gesamtimpedanz für die Ortskurvenpunkte in Tabelle 1.1.

(5 Punkte)

d) Tragen Sie die in c) errechneten Punkte für \underline{Z}_1 bis \underline{Z}_5 in das Diagramm D1.2 ein. Beschriften Sie die Punkte. Verbinden Sie nun die Punkte zu einer von L abhängigen Ortskurve. Tragen Sie $L \rightarrow 0$ und $L \rightarrow \infty$ ein.

(4 Punkte)

Die folgende Teilaufgabe kann auch ohne die vorherigen gelöst werden!

e) R_2 wird nun von 100 auf 150 Ohm erhöht. Beschreiben Sie **ohne neue Rechnung** mit einem Satz, wie sich dadurch die Ortskurve aus d) ändert.

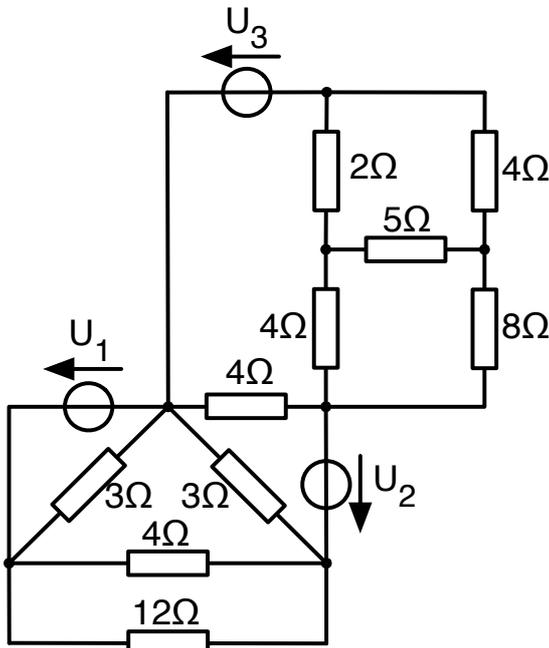
(1 Punkte)

Aufgabe 2

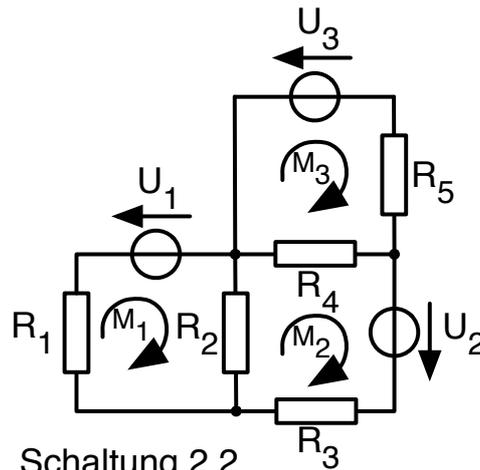
Netzwerk

(17 Punkte)

Es gelten folgende Schaltungen:



Schaltung 2.1



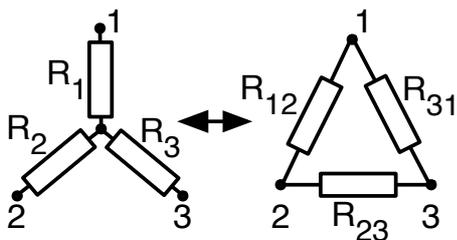
Schaltung 2.2

- a) Vereinfachen Sie die linke Schaltung 2.1 auf die Form von Schaltung 2.2. Bestimmen Sie die Werte für R_1 , R_2 , R_3 , R_4 und R_5 .

(7 Punkte)

Hinweis: Zur Bestimmung von R_5 gibt es einen kurzen Lösungsweg!

Hinweis: Stern-Dreiecks-Transformation



$$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad R_{12} = R_1 + R_2 + R_1 \frac{R_2}{R_3}$$

$$R_2 = \frac{R_{23}R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad R_{23} = R_2 + R_3 + R_2 \frac{R_3}{R_1}$$

$$R_3 = \frac{R_{31}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad R_{31} = R_3 + R_1 + R_3 \frac{R_1}{R_2}$$

Die folgenden Teilaufgaben können auch ohne die vorherige gelöst werden!

- b) Stellen Sie mit Hilfe des Maschenstromverfahrens die Maschengleichungen von Schaltung 2.2 für M_1 , M_2 und M_3 in Matrix-Form auf. Verwenden Sie hierfür die Variablen R_1 , R_2 , R_3 , R_4 und R_5 , nicht die errechneten Werte aus Teilaufgabe a).

(4 Punkte)

Lösen Sie die folgende Teilaufgabe ohne das Ergebnis aus b) !

- c) Nun seien die Spannungsquellen U_2 und U_3 in Schaltung 2.2 kurzgeschlossen und für die Widerstände gelte: $R_1=3\Omega$, $R_2=4\Omega$, $R_3=2\Omega$, $R_4=6\Omega$ und $R_5=3\Omega$. Wie groß muss U_1 sein, damit die Schaltung eine Leistung von 5W verbraucht?

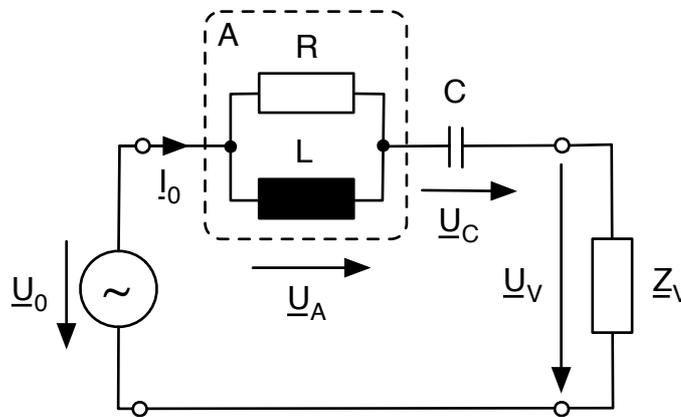
(6 Punkte)

Aufgabe 3

Zeigerdiagramm

(14 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung mit Wechselspannung:



$$R=2\Omega, L=2H, C=1F, \underline{U}_0=1,5V$$

$$\text{Hinweis: } H = (V \cdot s)/A, F = (A \cdot s)/V$$

Betrachten Sie die Schaltung für $\omega_0=1s^{-1}$.

- a) Um die Schaltung zu vereinfachen, berechnen Sie den Realteil und den Imaginärteil der Impedanz der Parallelschaltung A. Die Frequenz bleibe fixiert auf $\omega_0=1s^{-1}$. Ersetzen Sie A für diese Frequenz durch eine geeignete Reihenschaltung. Skizzieren Sie die Schaltung und geben Sie ihre Bauteilwerte an.

(6 Punkte)

- b) Gemessen wird $I_0=1A$. Berechnen Sie \underline{U}_A und \underline{U}_C und tragen Sie die Spannungen in das Diagramm D3.1 ein. Welche Spannung \underline{U}_V fällt am Verbraucher ab (graphisch ermitteln)? Welche Impedanz \underline{Z}_V besitzt der Verbraucher?

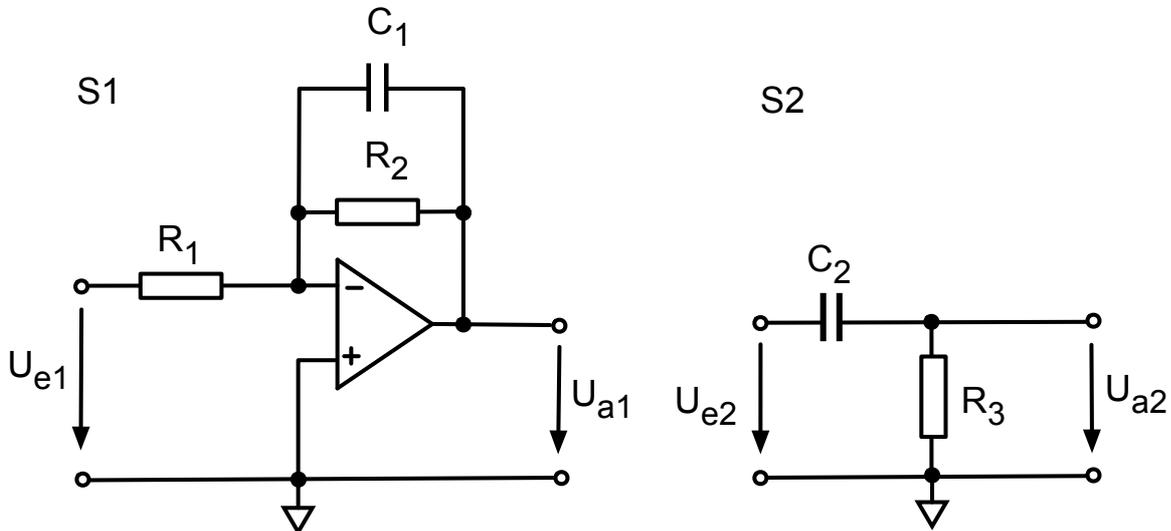
(8 Punkte)

Aufgabe 4

Bodediagramm

(24 Punkte)

Es gelten folgende Schaltungen:



- a) Geben Sie die Beträge a_{v1} und a_{v2} für die beiden Schaltungen S1 und S2 in der Einheit Dezibel allgemein an.

Führen Sie geeignete normierte Frequenzen Ω_1 und Ω_2 für die beiden Schaltungen ein und geben Sie diese an.

Geben Sie nun die Phasen φ_1 und φ_2 an.

(8 Punkte)

Nun sei $R_2=1\text{k}\Omega$ und $R_3=2\text{k}\Omega$

Die Verstärkung der Schaltung S1 soll im Durchlassbereich bei $V=10$ liegen. Die charakteristischen Frequenzen sollen bei $f_1=1\text{kHz}$ für S1 und bei $f_2=100\text{Hz}$ für S2 liegen.

- b) Berechnen Sie die Bauteilgrößen C_1 , C_2 und R_1

(3 Punkte)

- c) Skizzieren Sie das Bodediagramm (Amplitudengang und Phasengang) der Schaltungen S1 und S2. Verwenden Sie hierfür die Diagramme D4.1 und D4.2.

(7 Punkte)

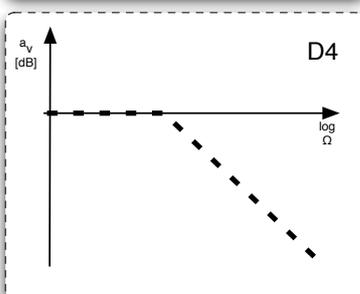
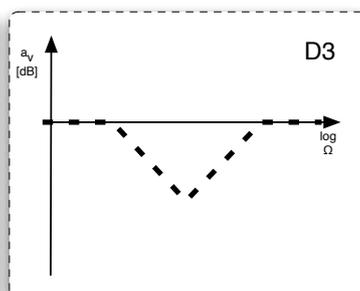
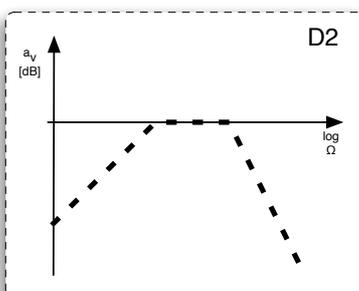
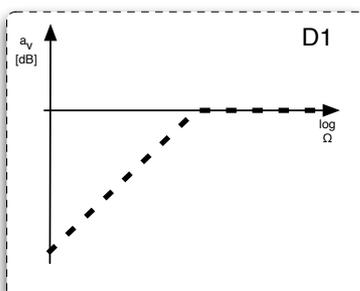
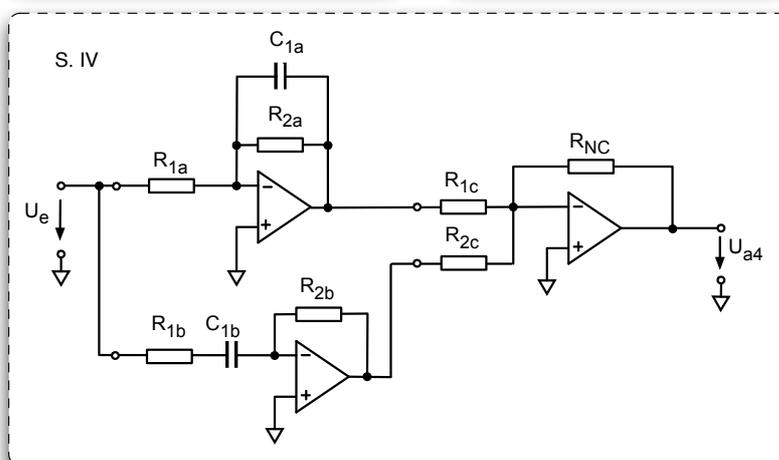
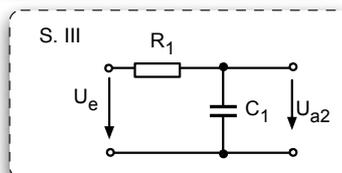
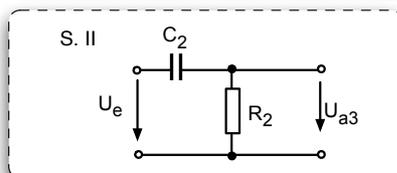
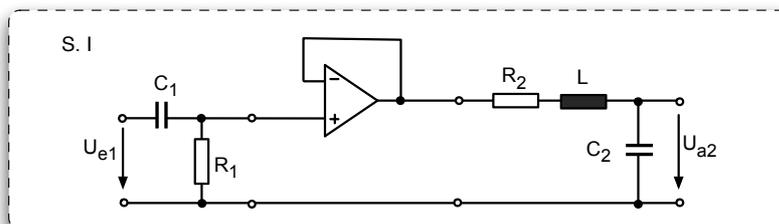
Die Schaltungen S1 und S2 werden nun in Reihe geschaltet. (U_{a1} an U_{e2})

- d) Bestimmen Sie in D4.1 und D4.2 das Bodediagramm (Amplitudengang und Phasengang) der Gesamtschaltung graphisch.

(2 Punkte)

Die folgende Teilaufgabe kann ohne die vorherigen gelöst werden!

e) Nun sind folgende Schaltungen und Bodediagramme gegeben:



Ordnen Sie in Tabelle T4.1 die Schaltungen S_I-S_{IV} den Diagrammen D1-D4 zu. Geben Sie in der Tabelle auch die entsprechende Bezeichnung zu der Schaltung an.

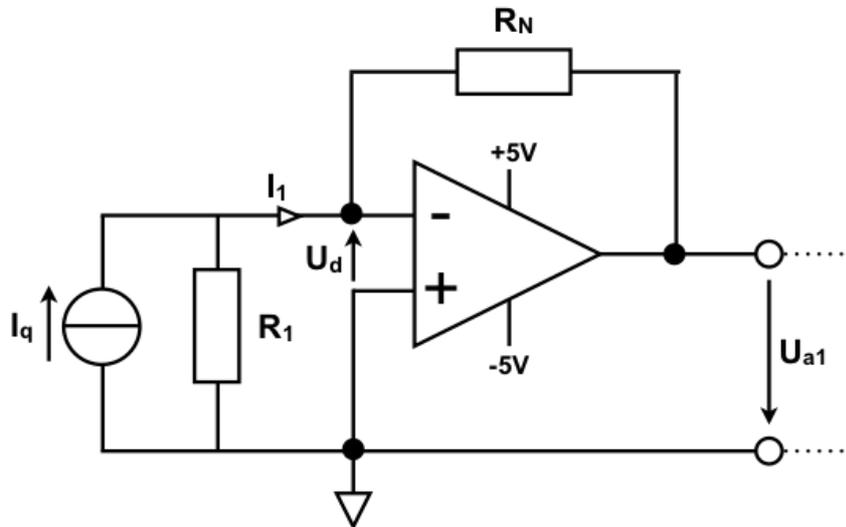
(4 Punkte)

Aufgabe 5

Operationsverstärker

(15 Punkte)

Gegeben sei folgende ideale Operationsverstärkerschaltung:



- a) Welche drei „goldenen“ Regeln gelten für einen idealen Operationsverstärker? (3 Punkte)
- b) Nennen Sie die Bezeichnung der Schaltung. (2 Punkte)
- c) Leiten Sie U_{a1} in Abhängigkeit von I_1 her (4 Punkte)

Nun sei $R_1 \gg R_N$, und es gilt $I_1 = I_q$.

- d) Koppeln Sie die obige Schaltung mit einem invertierenden Verstärker, so dass sich die Gesamtübertragungsfunktion der kombinierten Schaltung zu

$$U_{a2} = ((R_N)^2 / R_2) \cdot I_q$$

ergibt.

Zeichnen Sie die zweite Schaltung und beschriften sie alle Bauteile.

Leiten Sie die Übertragungsfunktion $U_{a2} = f(U_{a1})$ des invertierenden Verstärkers her.

Leiten Sie danach die Gesamtübertragungsfunktion mit Hilfe ihres Ergebnisses aus c) her.

Hinweis: Die Schaltung sei unbelastet.

(6 Punkte)