

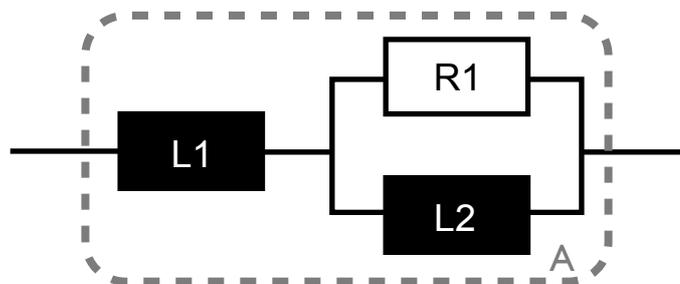
**Bachelorprüfung: Lineare elektrische Netze**  
**09. September 2011**

**Aufgabe 1**

**Ortskurve**

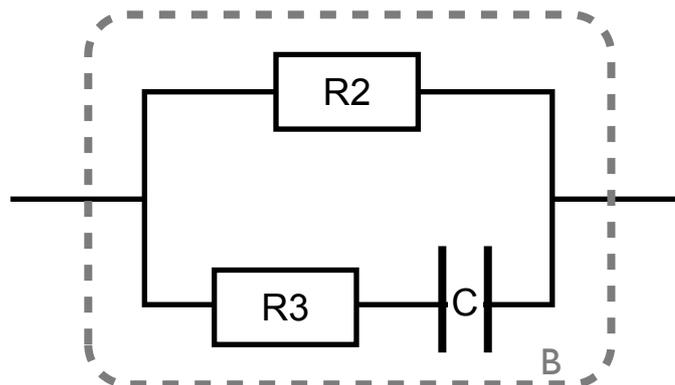
(23 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung:



a) Stellen Sie für die obige Schaltung (A) die Gleichung für die Impedanz  $\underline{Z}(\omega)$  getrennt nach Real- und Imaginärteil auf.

(3 Punkte)



b) Stellen Sie nun für die Schaltung (B) die Gleichung der Admittanz  $\underline{Y}(\omega)$  getrennt nach Real- und Imaginärteil auf.

(4 Punkte)

- c) Skizzieren Sie die Admittanz-Ortskurve obiger Schaltung (B) in das Diagramm D1.1. Kennzeichnen Sie  $\omega \rightarrow 0$  und  $\omega \rightarrow \infty$ .

(3 Punkte)

- d) Wie beeinflusst  $R_3$  die Admittanzkurve?

Wenn  $R_3$  vergrößert wird ...

Wenn  $R_3$  verkleinert wird ...

(2 Punkte)

**Die folgenden Teilaufgaben können auch ohne die vorherige gelöst werden!**

Nun sei  $R_3$  in der Schaltung (B) gleich Null,  $\omega = 100 \text{ s}^{-1}$ ,  $C = 10 \text{ } \mu\text{F}$  und  $R_2$  variabel.

- e) Wie lautet nun die Impedanz  $\underline{Z}$  als Funktion von  $R_2$  für diese Gleichung? Geben Sie das Ergebnis von  $\underline{Z}(R_2)$  getrennt nach Real- und Imaginärteil in allgemeiner Form an und berechnen Sie dann die fehlenden Werte in Tabelle 1.1.

(8 Punkte)

- f) Skizzieren Sie mit den Werten aus Tabelle 1.1 die Ortskurve der Impedanz  $\underline{Z}(R_2)$  in Diagramm D1.2. Kennzeichnen Sie  $R \rightarrow 0$  und  $R \rightarrow \infty$ .

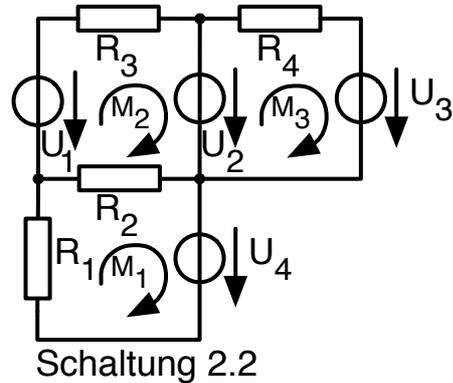
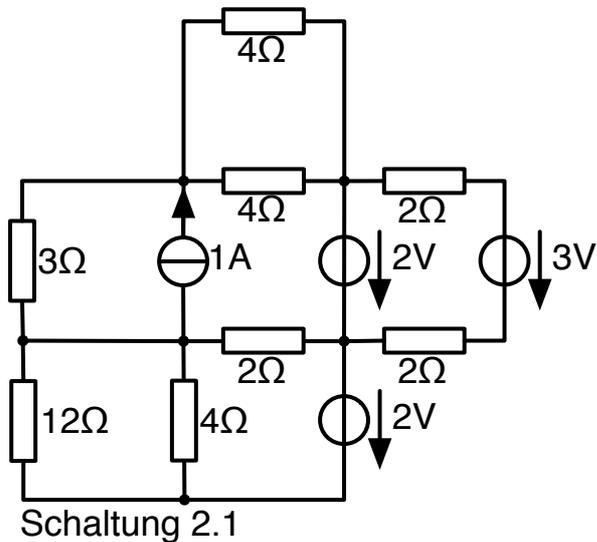
(3 Punkte)

**Aufgabe 2**

**Netzwerk**

(15 Punkte)

Es gelten folgende Schaltungen:



- a) Vereinfachen Sie die linke Schaltung 2.1 auf die Form von Schaltung 2.2. Bestimmen Sie die unbekanntenen Widerstands- und Spannungswerte in Schaltung 2.2.

(6 Punkte)

**Die folgende Teilaufgabe kann auch ohne die vorherige gelöst werden!**

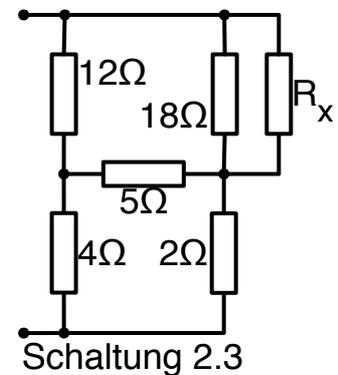
- b) Stellen Sie mit Hilfe des Maschenstromverfahrens die Maschengleichungen von Schaltung 2.2 für  $M_1$ ,  $M_2$  und  $M_3$  in Matrix-Form auf. Verwenden Sie hierfür statt der errechneten Werte aus Teilaufgabe a) die Variablen  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  und  $U_4$ .

(4 Punkte)

**Die folgende Teilaufgabe kann auch ohne die vorherige gelöst werden!**

- c) Nun sei folgende Schaltung 2.3 gegeben:

Wie groß muss  $R_x$  gewählt werden, damit die Brückenschaltung 2.3 abgeglichen ist? Welche Bedingung muss hierfür erfüllt sein? Ermitteln Sie auch den Wert des Gesamtwiderstands bezüglich der Klemmen.



(5 Punkte)

**Aufgabe 3****Zeigerdiagramm**

(16 Punkte)

a) Zeichnen Sie die Schaltung einer linearen Wechselspannungsquelle mit Innenimpedanz  $\underline{Z}_i$ , die mit einer Lastimpedanz  $\underline{Z}_L$  belastet wird.

(1 Punkt)

b) Was gilt für  $\underline{Z}_i$  als Funktion von  $\underline{Z}_L$  bei Leistungsanpassung?  
Welche Größe wird bei der Leistungsanpassung maximal?

(2 Punkte)

c) Zeichnen Sie für den Fall der Leistungsanpassung und  $\underline{Z}_L = (2-j)\Omega$ ,  $\underline{U}_0 = 4V$  das Zeigerdiagramm der Spannungen. Benutzen Sie Diagramm D3.1 .

(4 Punkte)

**Die folgenden Teilaufgaben können auch ohne die vorherige gelöst werden!**

d) An eine lineare Spannungsquelle wird ein Verbraucher mit  $\underline{Z}_L = j0.5\Omega$  angeschlossen. Dieser soll mit  $I_L = 4A$  versorgt werden.  $\underline{U}_0$  sei 4V. Ermitteln Sie grafisch die Spannung über  $\underline{Z}_i$ . Benutzen Sie Diagramm D3.2 .

Geben Sie  $\underline{Z}_i$  an. Zeichnen Sie ein Schaltbild, das für  $\omega=10^6 \text{ s}^{-1}$  eine passende Innenimpedanz liefert. Dazu stehen Ihnen beliebig viele Widerstände von  $2\Omega$  und Kapazitäten von  $8\mu F$  zur Verfügung.

(6 Punkte)

e) Die Last wird nun plötzlich kapazitiv bei gleichem Absolutbetrag. Welches Verhalten muss  $\underline{Z}_i$  nun besitzen, damit weiterhin der gewünschte Strom fließt? Benennen Sie das Verhalten und geben Sie die Bauelemente quantitativ an.

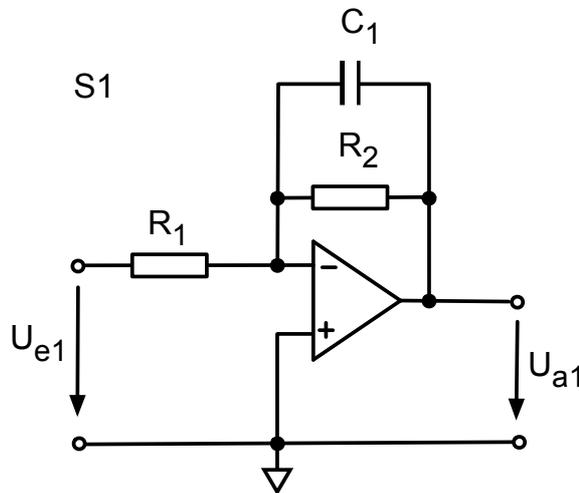
(3 Punkte)

**Aufgabe 4**

**Bodediagramm**

(19 Punkte)

Folgende Schaltung ist gegeben:



a) Stellen Sie die Übertragungsfunktion auf und geben Sie den Betrag  $a_{v1}$  der Schaltung S1 in der Einheit Dezibel allgemein an. (Herleitung benötigt!)

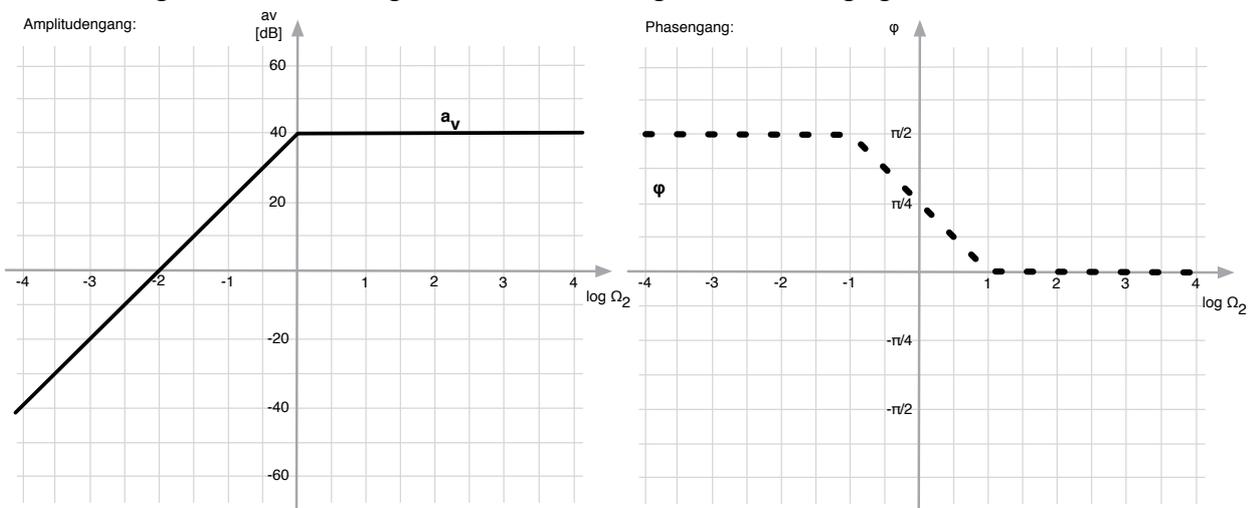
Führen Sie eine geeignete Normierungsfrequenz  $\Omega_1$  für die Schaltung ein und geben Sie diese an.

Geben Sie die Phase  $\varphi_1$  an.

(7 Punkte)

**Die folgenden Teilaufgaben können auch ohne die vorherige gelöst werden!**

Nun sei folgendes Bodediagramm nach Betrag und Phase gegeben



Bekannt sind folgende Werte:

Normierung:  $\Omega_2 = \omega/\omega_2$ ,  $\omega_2 = 1/RC$ ,  $R = 10\text{k}\Omega$  und  $C = 1,59\text{nF}$

- b) Um welche Schaltung handelt es sich bei diesem Bodediagramm? (2 Punkte)
- c) Geben Sie die Knickfrequenz  $f_k$  der Schaltung an. (2 Punkte)
- d) Wie groß ist der Verstärkungsfaktor im Durchlassbereich ( $f > f_k$ )?

*Hinweis: Lesen Sie das Bodediagramm an der entsprechenden Stelle ab und berechnen Sie aus den Werten des Bodediagramms die Verstärkung.*

(2 Punkte)

- e) Es liege eine sinusförmige Eingangsspannung  $U_{e_{ss}} = 1V$  am Eingang der Schaltung an. Welche Ausgangsspannung hat die Schaltung für die Frequenzen  $f_A = 1kHz$  und  $f_B = 15kHz$ ?

*Hinweis: Ermitteln Sie hierfür die Frequenzen  $f_A$ ,  $f_B$  und  $f_K$  und die zugehörigen Verstärkungen im Bodediagramm, um schnell zum Ergebnis zu kommen.*

(3 Punkte)

- f) Stellen Sie die Übertragungsfunktion in Abhängigkeit von R und C der Schaltung auf.

*Hinweis: Stellen Sie zuerst eine einfache Übertragungsfunktion in Abhängigkeit von  $\Omega_2$  auf und ersetzen sie dann  $\Omega_2$  durch die gegebene Normierung.*

(3 Punkte)

## Aufgabe 5

## Operationsverstärker

(17 Punkte)

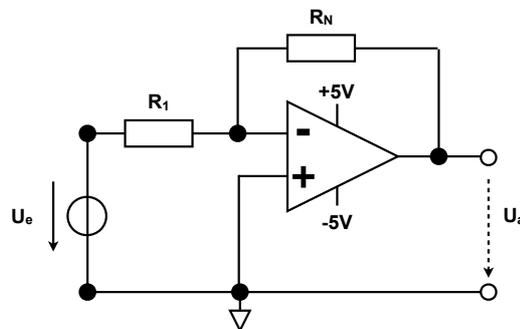
- a) Was bedeutet es, wenn ein Operationsverstärker in „Mitkopplung“ betrieben wird?  
 Was bedeutet es, wenn ein Operationsverstärker in „Gegenkopplung“ betrieben wird?  
 Wofür sorgt die „Gegenkopplung“ bei einer Operationsverstärkerschaltung?  
 (3 Punkte)

- b) Zeichnen Sie das Schaltbild eines unbelasteten, nichtinvertierenden Spannungsverstärkers. Der Operationsverstärker soll dabei eine Betriebsspannung von  $\pm 5V$  haben. Beschriften Sie alle Bauteile und Spannungen.  
*Hinweis: Vergessen Sie nicht die Masse einzuzeichnen.*  
 (2 Punkte)

- c) Schreiben Sie die Übertragungsfunktion der Schaltung auf.  
*Hinweis: Eine Herleitung ist nicht erforderlich.*  
 (2 Punkte)

**Die folgenden Teilaufgaben können ohne die vorherigen gelöst werden!**

Gegeben sei nun die folgende Schaltung:



$R_1$  sei  $5\Omega$  und  $U_e$  eine Konstantspannungsquelle.

- d) Um was für eine Schaltung handelt es sich und wie lautet die Übertragungsfunktion?  
*Hinweis: Eine Herleitung der Übertragungsfunktion ist nicht erforderlich.*  
 (2 Punkte)
- e) Zeichnen Sie für  $R_N = 5\Omega, 10\Omega$  und  $15\Omega$   $U_a$  über  $U_e$  in Diagramm D5.1 ein (3 Kurven in ein Diagramm).  $U_e$  soll dabei zwischen  $-5V$  und  $+5V$  variieren ( $R_1 = 5\Omega$ ).  
*Hinweis: Beachten Sie die maximal mögliche Ausgangsspannung der Schaltung!*  
 (5 Punkte)

- f)  $U_e$  sei nun eine Wechselstromquelle mit einem sinusförmigen Spannungsverlauf mit einer Amplitude von 3V.  $R_N$  sei  $10\Omega$ . Zeichnen Sie den Verlauf (1 Periode) der Eingangsspannung  $U_e$  und der Ausgangsspannung  $U_a$  schematisch in Diagramm D5.2 ein.

*Hinweise: Die Periodendauer von  $U_e$  ist frei wählbar. Die Y-Achse muss eine korrekte Skalierung aufweisen.*

(3 Punkte)