



## Klausur: Grundlagen der Elektrotechnik 2

Sommersemester 2016

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

Nachname: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Studiengang: \_\_\_\_\_

			$\Sigma$
35	35	30	$\Sigma$ 100

### HINWEISE:

- Die Prüfung dauert 90 min.
- Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte.
- Bitte überprüfen Sie die Korrektheit Ihrer Angaben.
- Bitte informieren Sie uns *vor* Beginn der Klausur über ein etwaiges Unwohlsein.
- Beginnen Sie *nicht* mit dem Schreiben, bevor das Institutspersonal dies offiziell erlaubt.
- Verwenden Sie bitte *kein eigenes Papier* zum Notieren Ihrer Lösungen. Sie können auf Nachfrage zusätzliche Papierbögen vom Institutspersonal erhalten.

Zu widerhandlung führt zu Nicht-Bestehen und/oder Ausschluss von der Klausur!

### ERLAUBTE HILFSMITTEL:

- Dokumentenechter Schreiber in blau oder schwarz, Bleistift für Skizzen.
- Farbige Stifte für Hervorhebungen in allen Farben außer rot und grün, sowie ähnlichen Farbtönen.
- Unterlagen aller Art.

### NICHT ERLAUBTE HILFSMITTEL:

- Elektronische Hilfsmittel (Taschenrechner, Mobiltelefone etc.). Bitte überprüfen Sie, dass Ihr Mobiltelefon vollständig deaktiviert und nicht leicht zugänglich verstaut ist.

Unterschrift (gelesen und verstanden): \_\_\_\_\_

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

## Aufgabe 1: Zeitbereich

			$\Sigma$
12	14	9	$\Sigma$ 35

### a) Verständnis (12 Punkte)

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 1 mit

$$u_{\text{in}}(t) = \begin{cases} 0 \text{ V} & \text{für } t < 0, \\ 1 \text{ V} & \text{sonst,} \end{cases}$$

und den Anfangsbedingungen  $u_C(t = 0^-) = 0 \text{ V}$ , sowie  $i_L(t = 0^-) = 0 \text{ A}$ . Ordnen Sie die Stromverläufe in Abbildung 2a bis Abbildung 2c den Strömen  $i_R$ ,  $i_C$  und  $i_L$  zu, und begründen Sie Ihre Wahl.

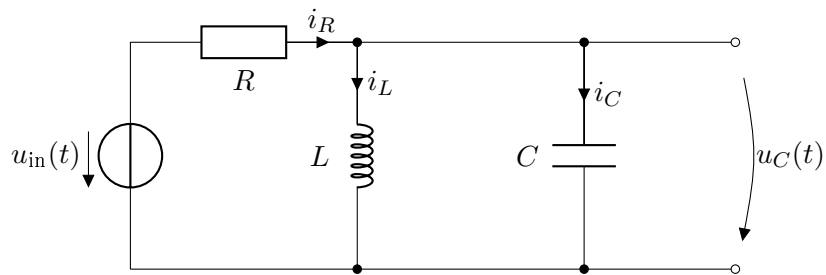


Abbildung 1

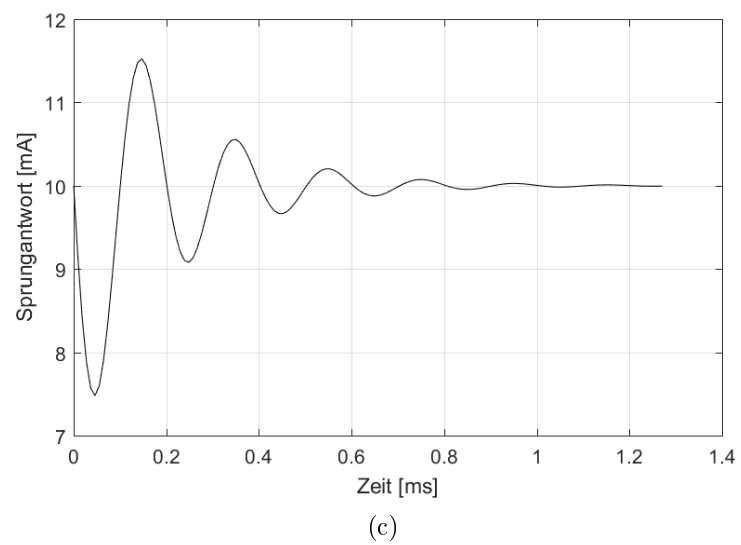
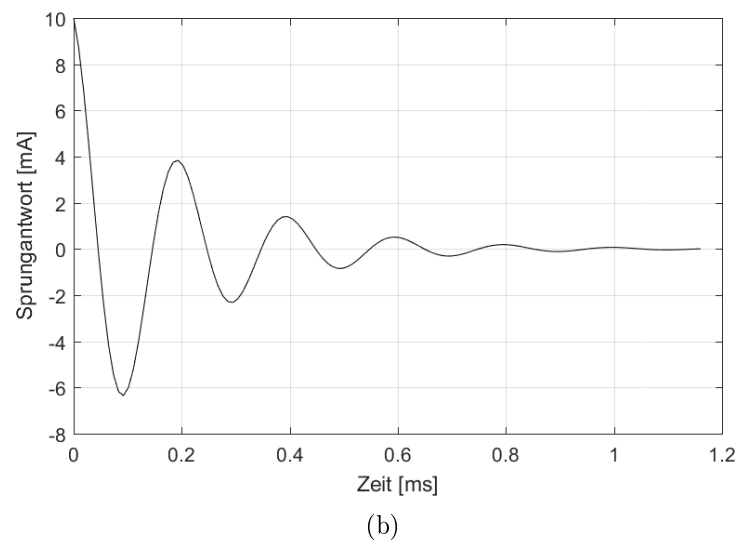
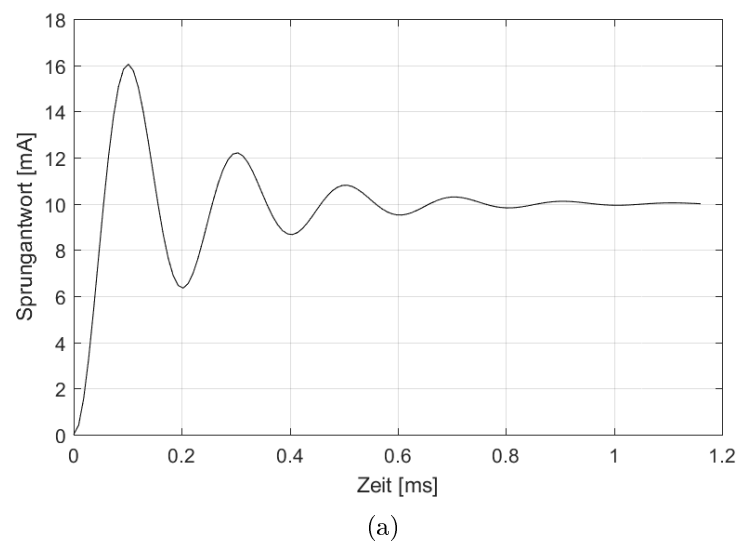


Abbildung 2

**b) Anwendung (14 Punkte)**

Gegeben sei die Schaltung in Abbildung 3. Stellen Sie eine Differentialgleichung für den Strom  $i_L(t)$  in Abhängigkeit von der Eingangsspannung  $u_{\text{in}}(t)$  sowie den Bauteilparametern  $R$ ,  $L$  und  $C$  auf. Bestimmen Sie anschließend die Resonanzfrequenz  $\omega_0$  sowie den Dämpfungsfaktor  $\alpha$  des Systems, ebenfalls jeweils als Funktion der Bauteilparameter des Systems.

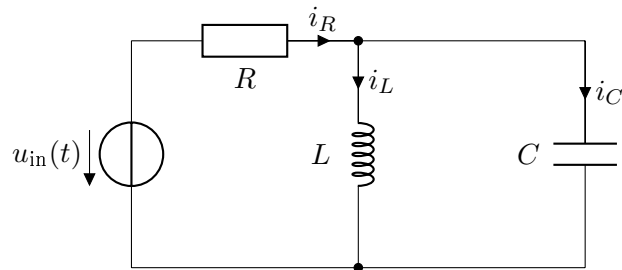


Abbildung 3

**c) Synthese (9 Punkte)**

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 4. Die Differentialgleichung für die gesuchte Ausgangsgröße  $i_{\text{out}}(t) = i_R(t)$  in dieser Schaltung lautet

$$CL \frac{d^2 i_R(t)}{dt^2} + CR \frac{di_R(t)}{dt} + i_R(t) = i_{\text{in}}(t).$$

Modifizieren Sie diese Schaltung durch das Einbringen einer weiteren Induktivität oder einer weiteren Kapazität an einer beliebigen Stelle, sodass das resultierende System überkritisch gedämpft ist. Das neue Bauelement kann in Reihe oder parallel zu einem der bestehenden Bauelemente eingefügt werden. Geben Sie den Parameterwert des zusätzlichen Bauteils an.

**Hinweis:** Es sind mehrere Lösungen möglich, es reicht jedoch, wenn Sie eine Lösungsmöglichkeit angeben.

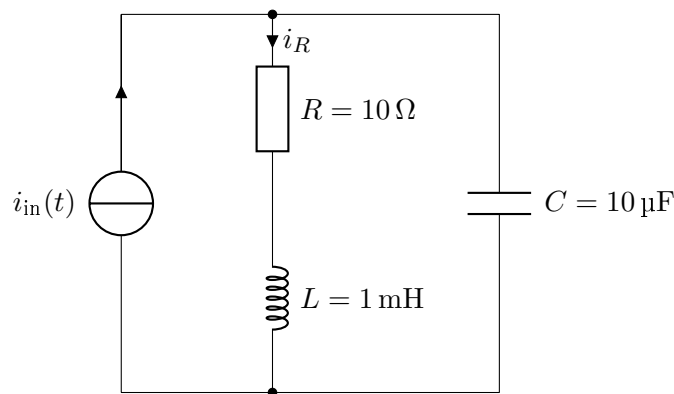
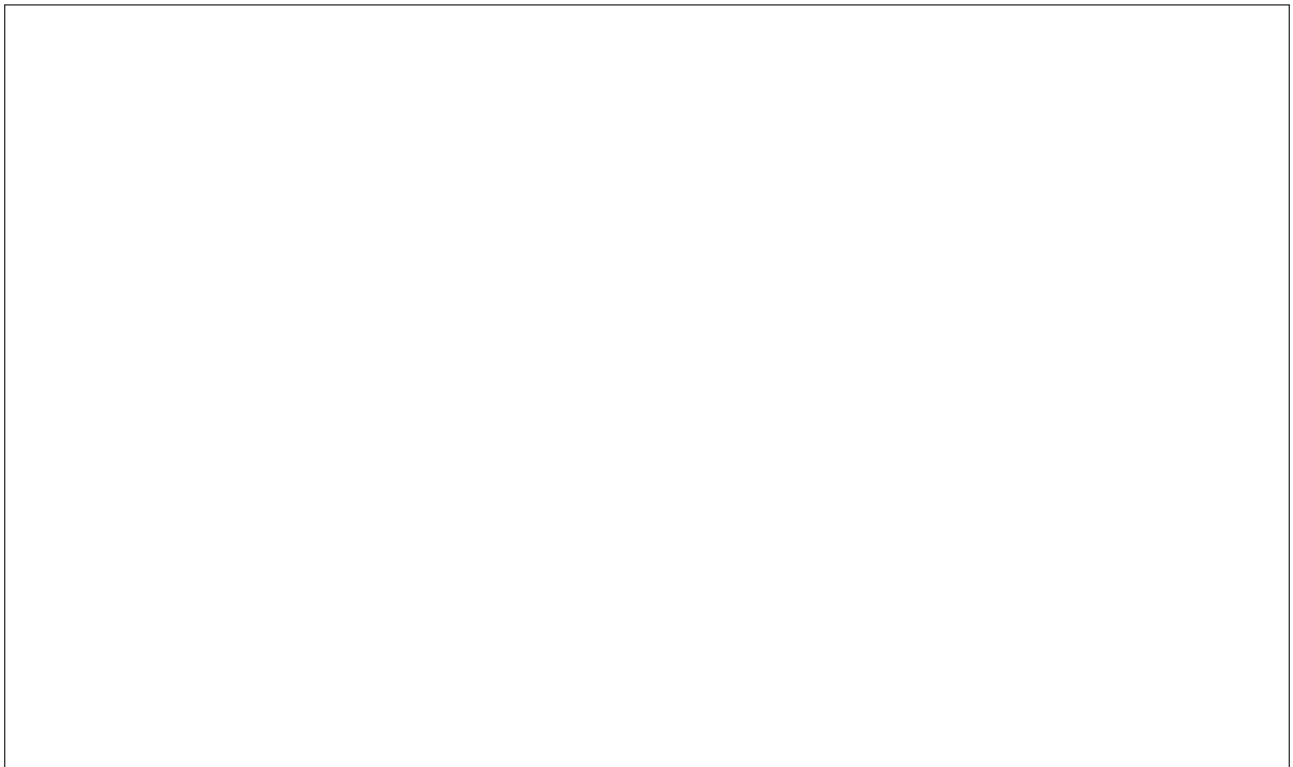
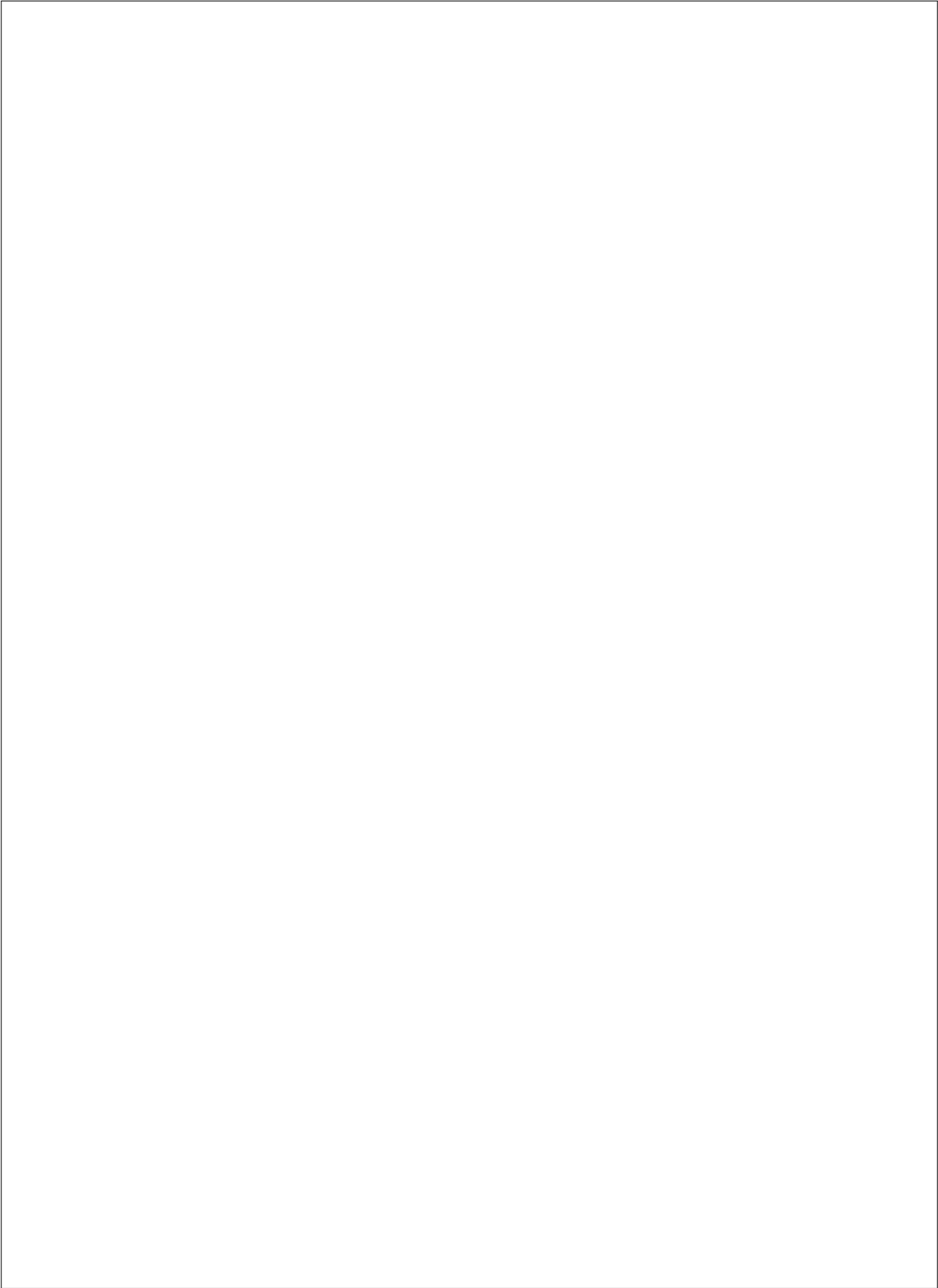


Abbildung 4





## Aufgabe 2: Frequenzbereich

			$\Sigma$
12	14	9	$\Sigma$ 35

### a) Verständnis (12 Punkte)

Ordnen Sie jeder der Schaltungen (a) bis (d) in Abbildung 5 das dazugehörige Betragsdiagramm der Übertragungsfunktion

$$H(j\omega) = \frac{U_{\text{out}}(j\omega)}{U_{\text{in}}(j\omega)}$$

in Abbildung 6 (i) bis (iv) zu, und begründen Sie Ihre Wahl.

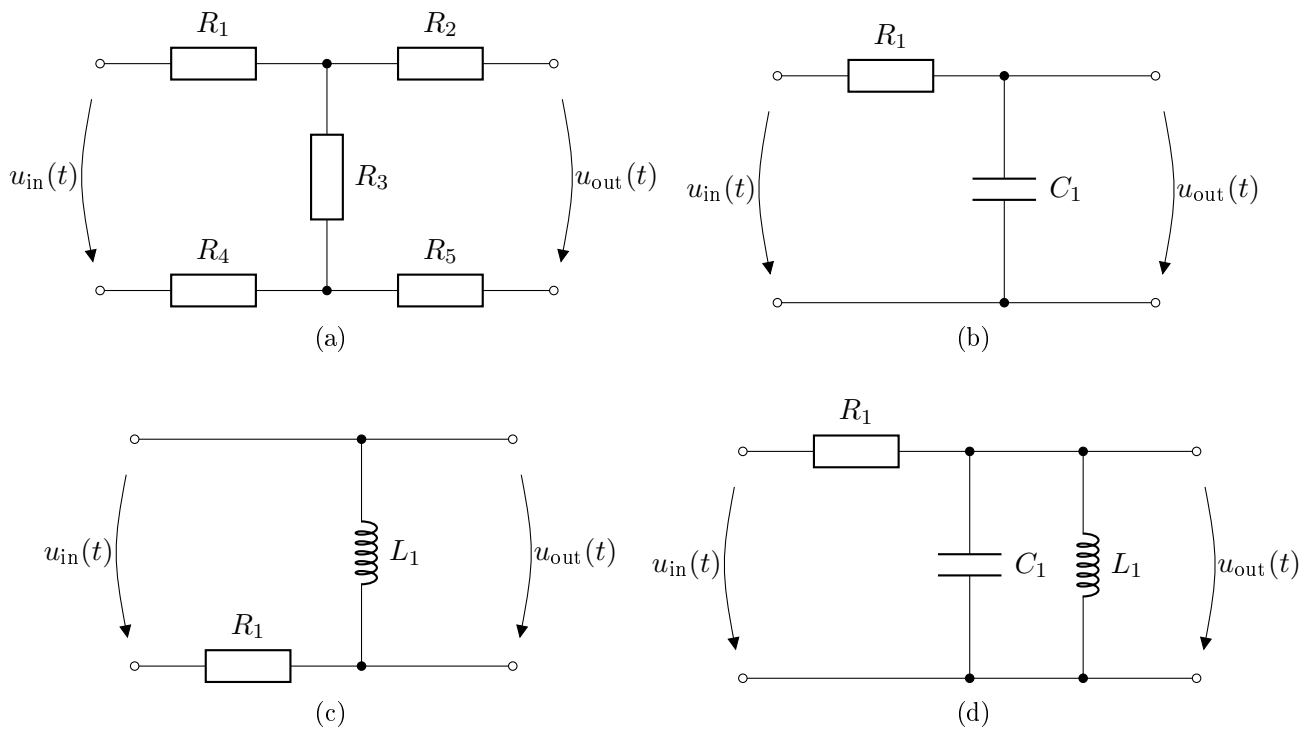


Abbildung 5

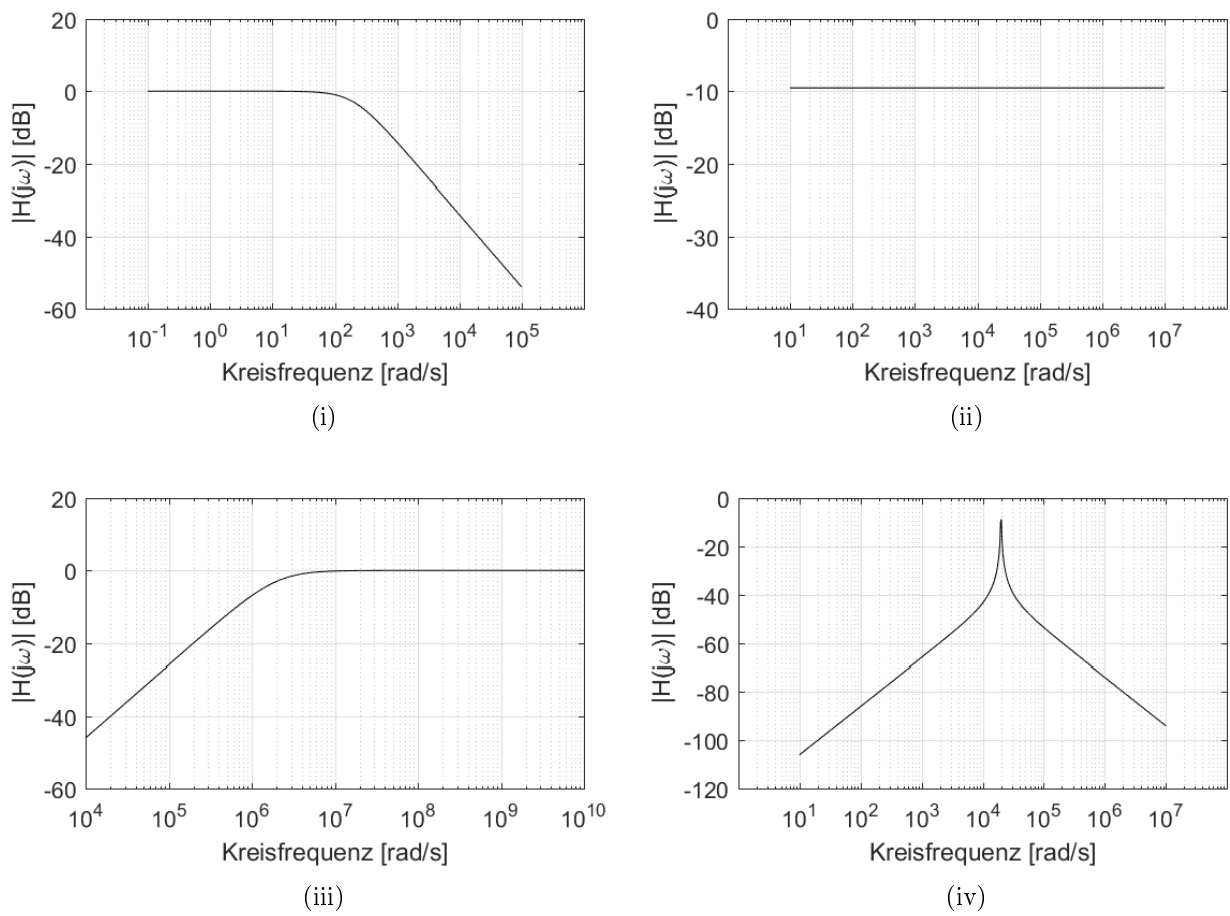


Abbildung 6



**b) Anwendung (14 Punkte)**

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 7. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion

$$H(j\omega) = \frac{U_{\text{out}}(j\omega)}{U_{\text{in}}(j\omega)}$$

und wählen Sie die Widerstandswerte  $R_1$  und  $R_2$  so, dass die statische Verstärkung, d.h. die Verstärkung bei konstanter Eingangsspannung,  $-20\text{ dB}$  beträgt.

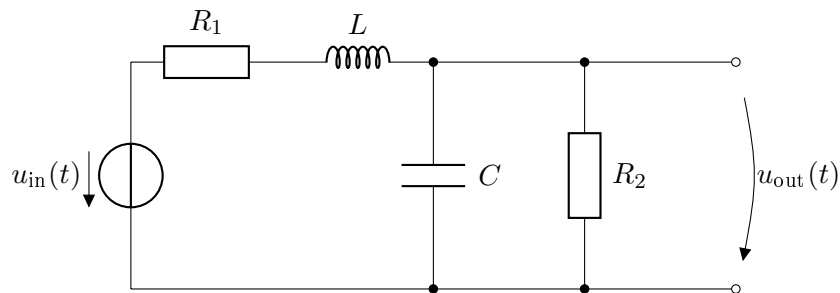


Abbildung 7

**c) Analyse (9 Punkte)**

Abbildung 8 zeigt das Bodediagramm zur Übertragungsfunktion

$$H(j\omega) = \frac{I_0(j\omega)}{U_{\text{in}}(j\omega)} = \frac{j\omega RC + 1}{(j\omega)^2 RLC + j\omega L + R}$$

an einer elektrischen Schaltung, wobei lediglich der Wert der Impedanz  $C = 1 \mu\text{F}$  bekannt ist. Bestimmen Sie anhand dieses Bodediagramms näherungsweise die unbekannten Parameter  $R$  und  $L$  der Schaltung.

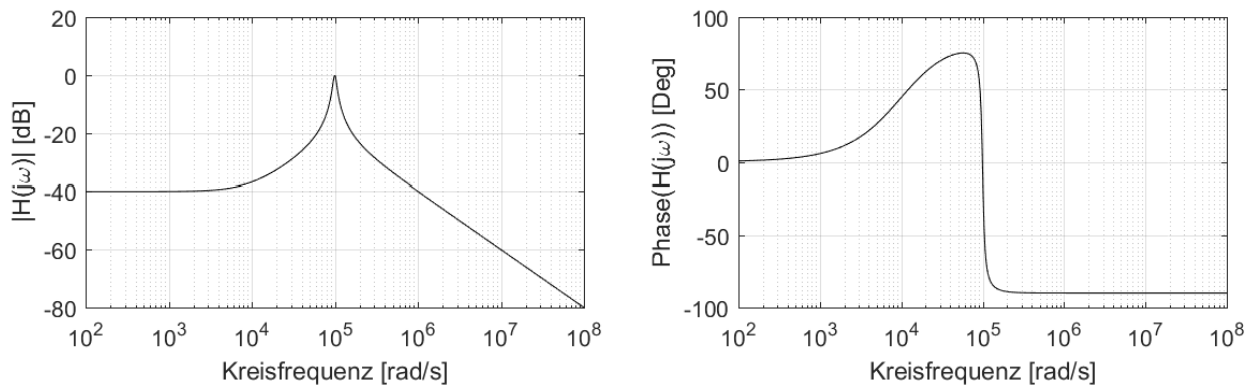


Abbildung 8

### Aufgabe 3: Operationsverstärker

			$\Sigma$
9	12	9	$\Sigma$ 30

#### a) Verständnis (9 Punkte)

i) Wann kann die Spannungsdifferenz  $\Delta u = u^+ - u^-$  an den Eingangsklemmen eines idealen Operationsverstärkers mit einer sehr großen internen Spannungsverstärkung  $A$  als 0 V angenommen werden? (Kreuzen Sie alle richtigen Antworten an.)

- ☐ Immer.
- ☐ Immer, wenn der Operationsverstärker nicht in Sättigung betrieben wird.
- ☐ Immer, wenn der Operationsverstärker mit positiver Rückführung und nicht in Sättigung betrieben wird.
- ☐ Immer, wenn der Operationsverstärker mit negativer Rückführung und nicht in Sättigung betrieben wird.
- ☐ Immer, wenn die am Ausgang des Operationsverstärkers angeschlossene Impedanz reellwertig ist.

ii) Geben Sie an, unter welchen Umständen der Zusammenhang

$$u_{\text{out}}(t) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) u_{\text{in}}(t)$$

auch bei Einsatz eines idealen Operationsverstärkers in der Schaltung in Abbildung 9 verletzt sein kann.

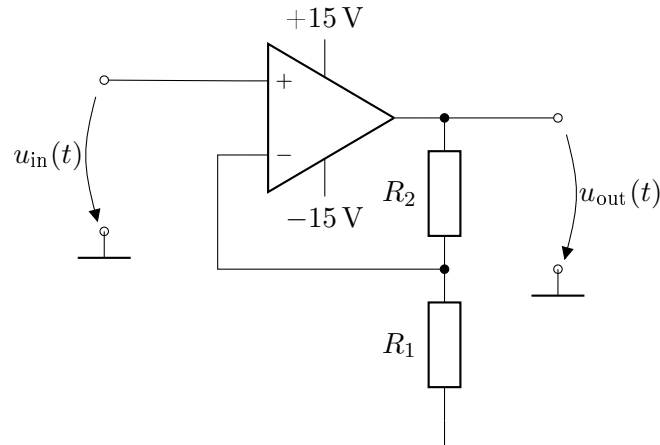


Abbildung 9

- iii) In der Schaltung in Abbildung 10 gilt  $u_{\text{out}}(t) = u_{\text{in}}(t)$ . Geben Sie an, wofür eine solche Schaltung sinnvoll eingesetzt werden kann, und begründen Sie Ihre Antwort anhand der Eigenschaften dieser Schaltung.

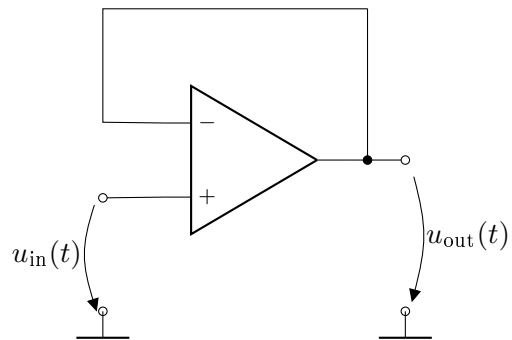
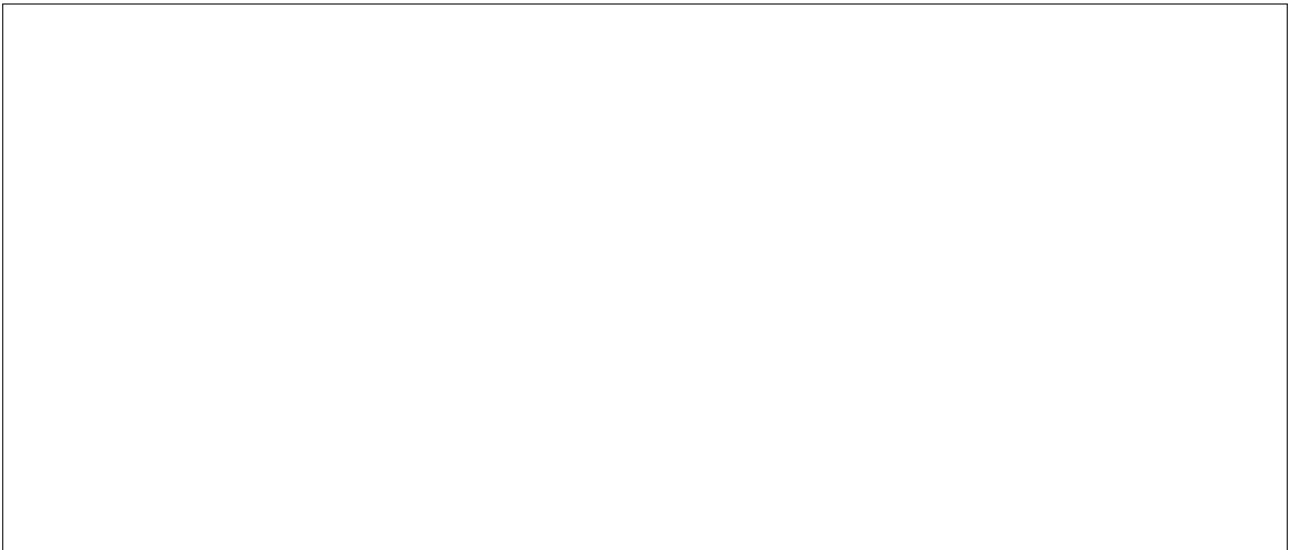


Abbildung 10



**b) Anwendung (12 Punkte)**

Bestimmen Sie in der Schaltung in Abbildung 11 die Ausgangsspannung  $u_{\text{out}}$  als Funktion von  $u_{\text{in}}$  und den Widerständen  $R_1$  bis  $R_5$ . Gehen Sie von einem idealen Operationsverstärker aus, welcher sich nicht in Sättigung befindet und eine sehr hohe interne Spannungsverstärkung  $A$  aufweist.

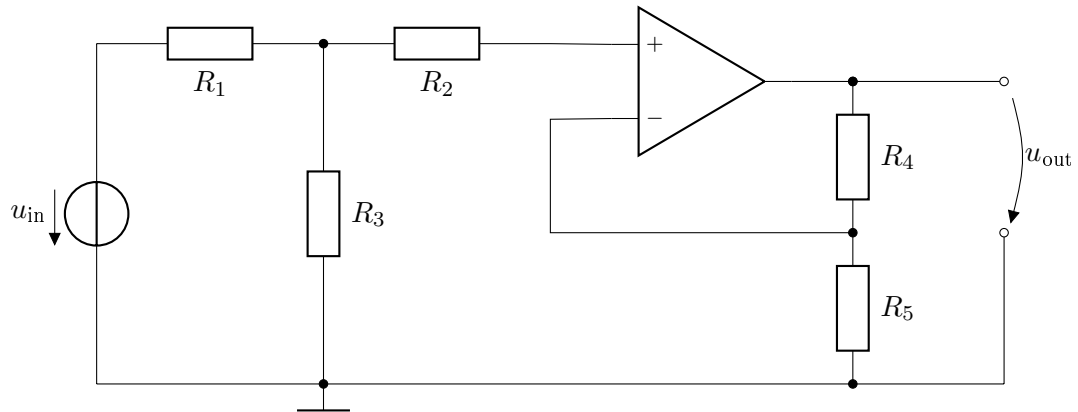
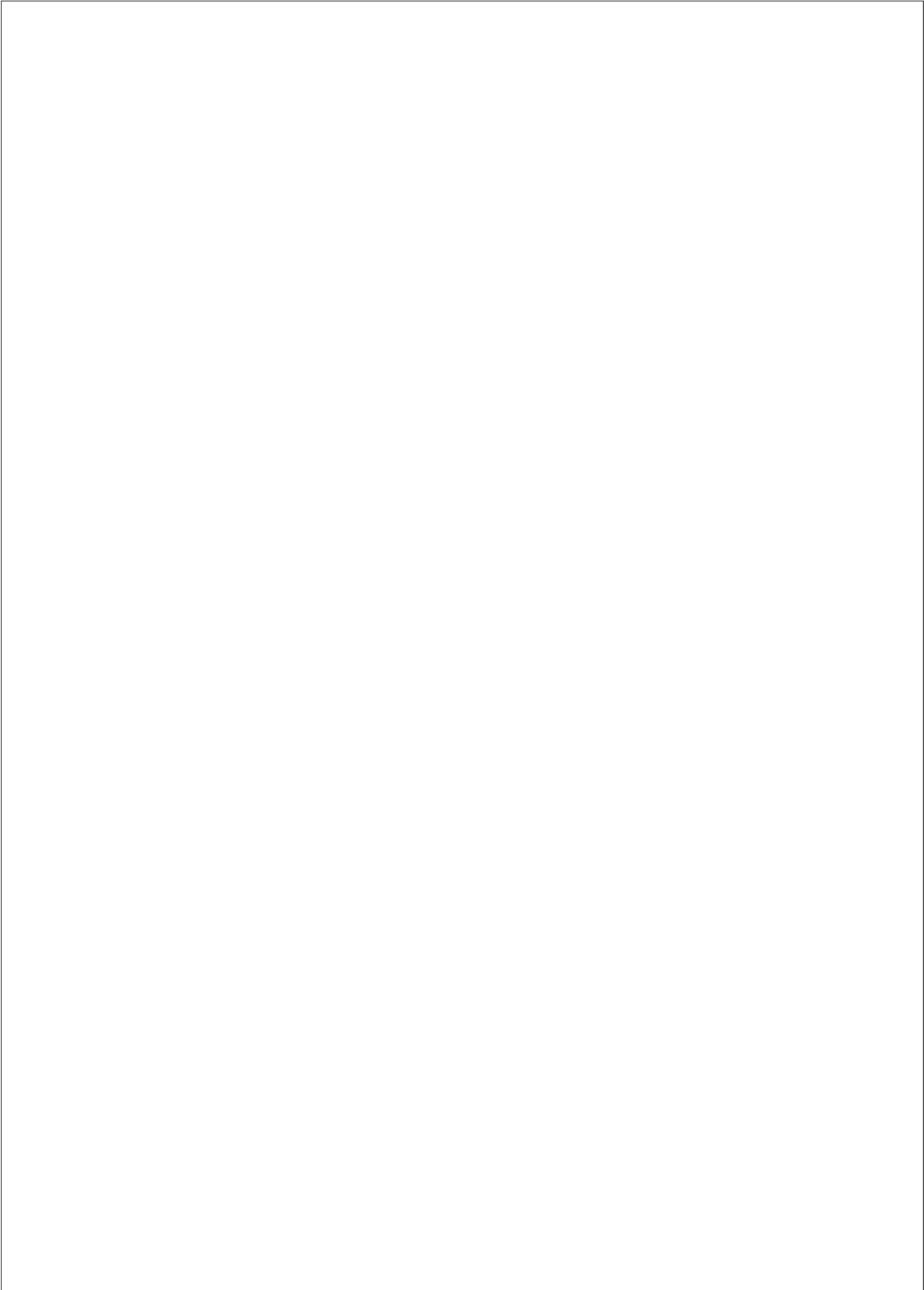


Abbildung 11



**c) Synthese (9 Punkte)**

Ersetzen Sie die Impedanz  $\underline{Z}$  in der Schaltung in Abbildung 12 durch ein diskretes Bauelement (Widerstand, Induktivität oder Kapazität), sodass die Übertragungsfunktion

$$H(j\omega) = \frac{U_{\text{out}}(j\omega)}{U_{\text{in}}(j\omega)}$$

der Schaltung das in Abbildung 13 qualitativ dargestellte Frequenzverhalten aufweist. Begründen Sie Ihre Antwort.

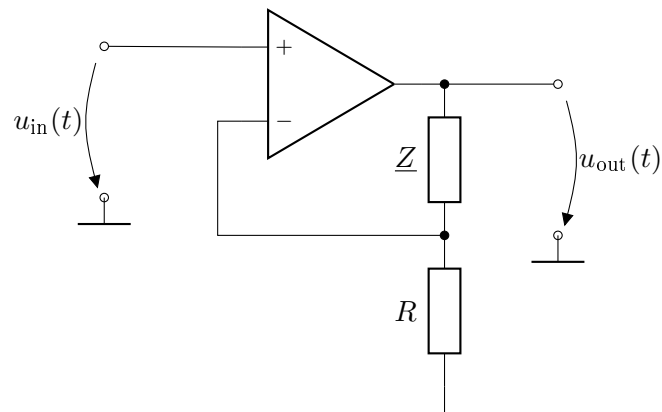


Abbildung 12

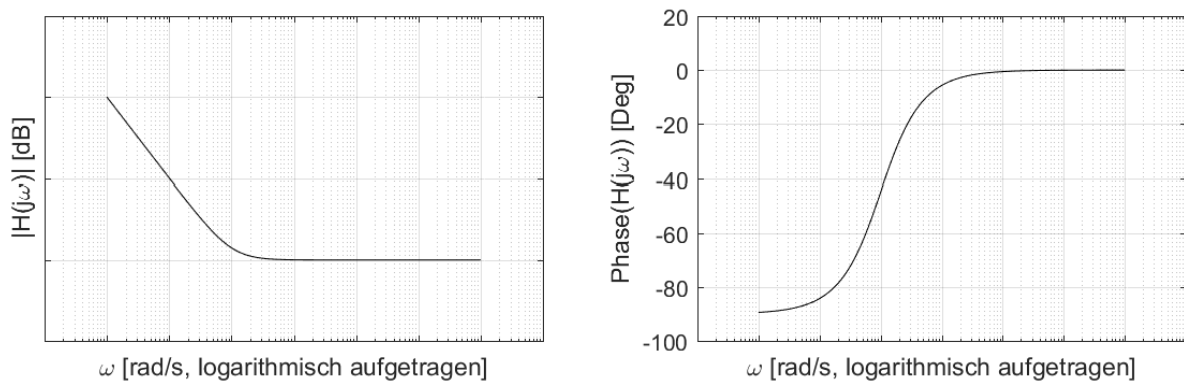


Abbildung 13

