



ME2700

14. Oktober 2016

Klausur: Grundlagen der Elektrotechnik 2

Sommersemester 2016

Matrikelnummer: _____

Nachname: _____

Vorname: _____

Studiengang: _____

| | | | Σ |
|----|----|----|--------------|
| 33 | 31 | 36 | Σ 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.

Zuwiderhandlung 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

| | | | \sum |
|---|----|----|-------------------|
| 9 | 14 | 10 | $\sum \text{ 33}$ |

a) Verständnis (9 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 $i(t = 0) = 0 \text{ A}$. Ordnen Sie die Sprungantworten in Abbildung 2a bis Abbildung 2c den Spannungen u_R , u_C und u_L zu, und begründen Sie Ihre Wahl.

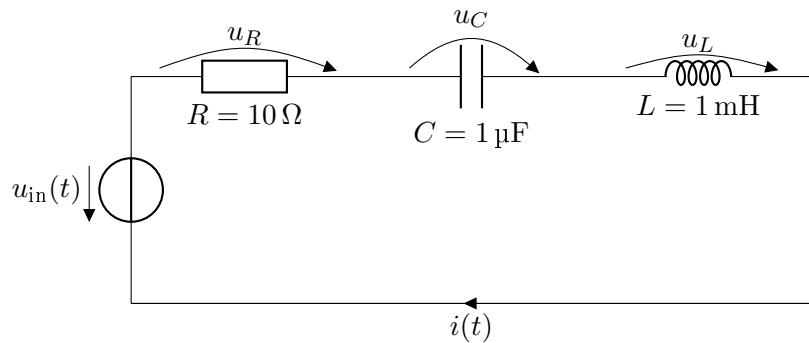
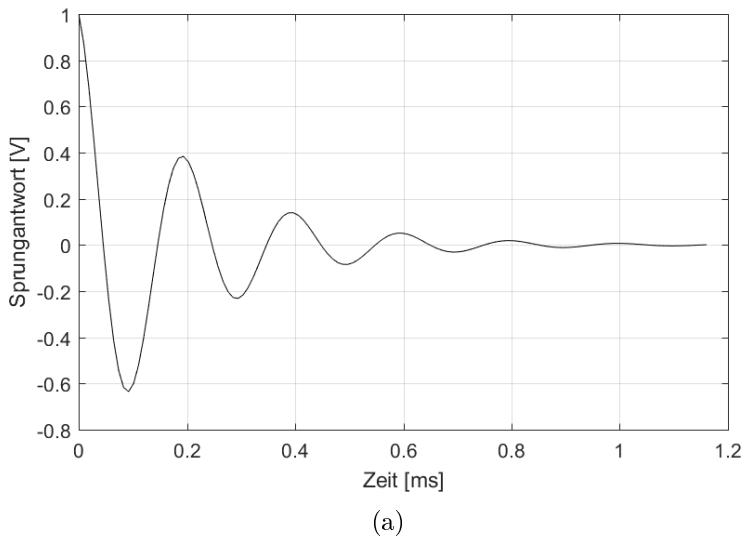
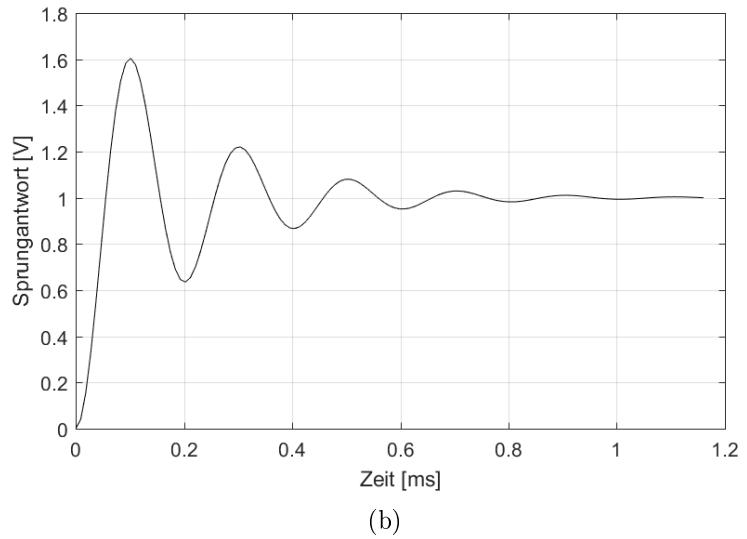


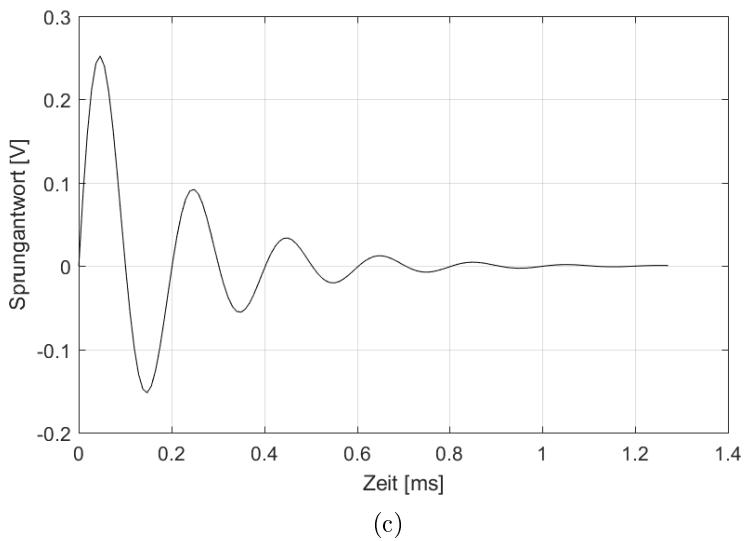
Abbildung 1



(a)



(b)



(c)

Abbildung 2

b) Anwendung (14 Punkte)

Betrachten Sie im Folgenden die in Abbildung 3 dargestellte Schaltung mit

$$u_{\text{in}}(t) = \begin{cases} 0 \text{ V} & \text{für } t < 0, \\ 4 \text{ V} & \text{sonst,} \end{cases}$$

und der Anfangsbedingung $u_{AB}(t = 0) = 1 \text{ V}$ für die Spannung zwischen den Klemmen A und B. Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf dieser Spannung für $t \geq 0$.

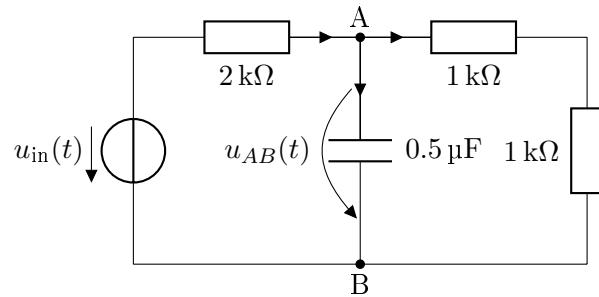
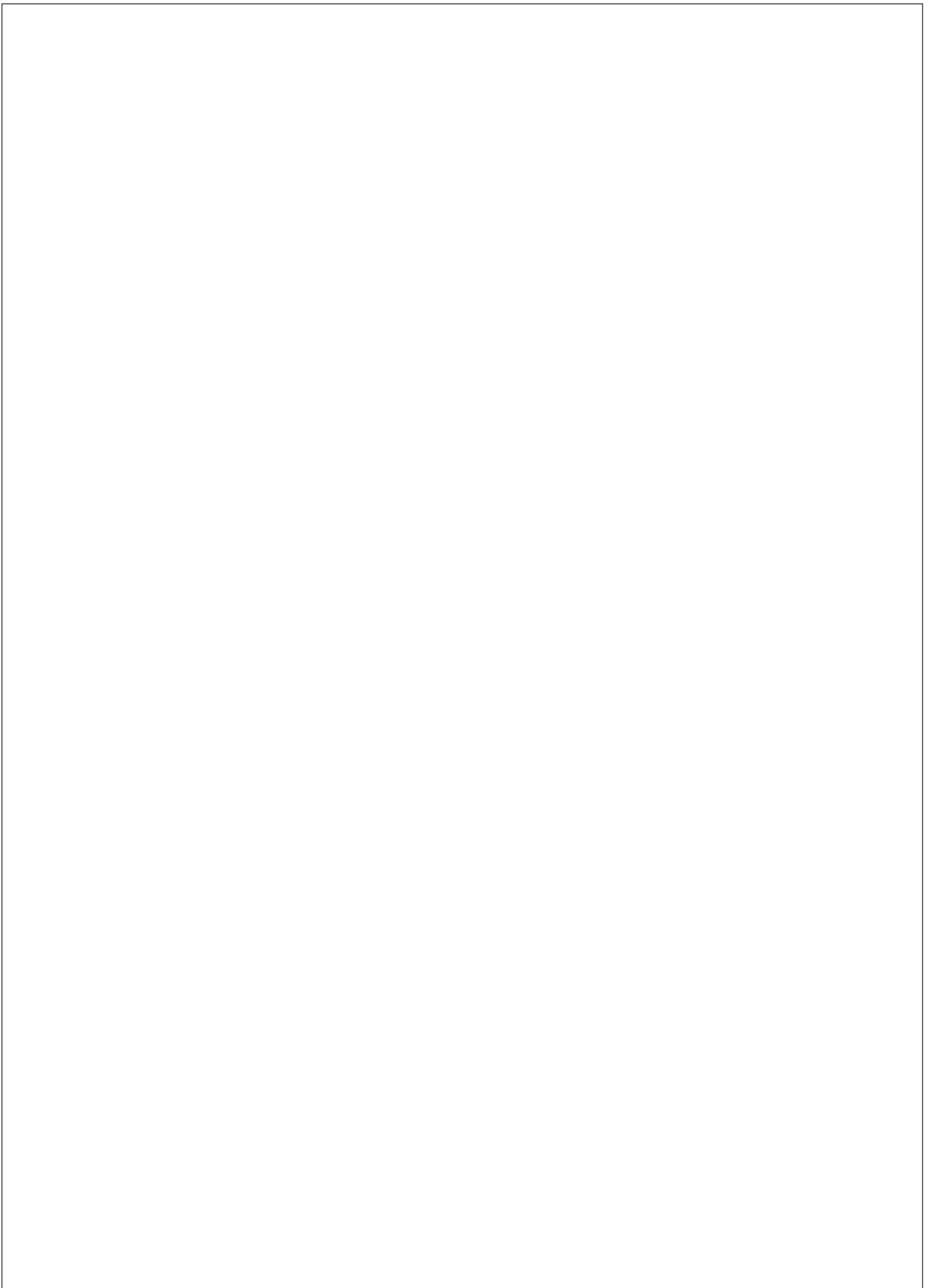


Abbildung 3



c) Synthese (10 Punkte)

Die Schaltung aus Aufgabenteil b) soll nun um eine zusätzliche Stromquelle erweitert werden, wie in Abbildung 4 dargestellt. Der zeitliche Verlauf des Quellstroms sei durch

$$i_{\text{in}}(t) = \begin{cases} 0 \text{ A} & \text{für } t < 0, \\ I & \text{sonst} \end{cases}$$

gegeben. Wählen Sie die Sprunghöhe I so, dass der Einfluss der ebenfalls sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung $u_{\text{in}}(t)$ auf die Spannung $u_{AB}(t)$ exakt kompensiert wird.

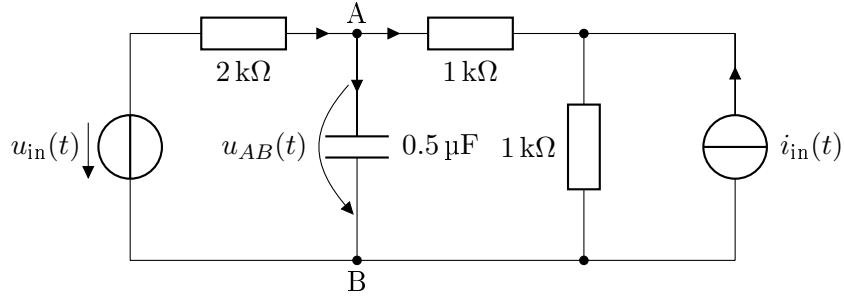
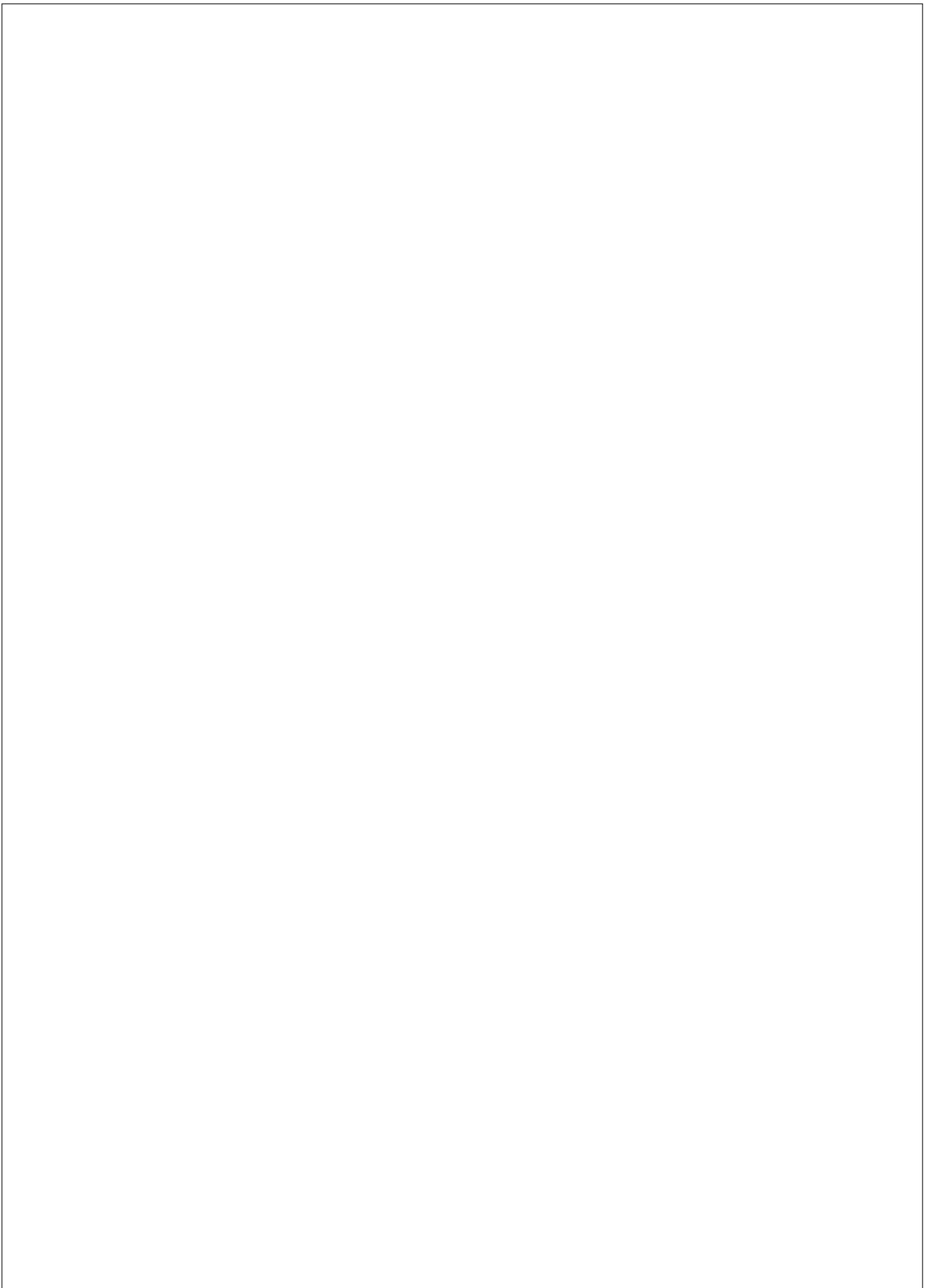


Abbildung 4

Hinweis: Es kann für die Lösung der Aufgabe hilfreich sein, die Stromquelle und den dazu parallelen Widerstand in eine äquivalente Ersatzspannungsquelle umzuwandeln.



Aufgabe 2: Frequenzbereich

| | | | |
|---|----|----|-------------------|
| | | | \sum |
| 8 | 13 | 10 | $\sum \text{ 31}$ |

a) Verständnis (8 Punkte)

Betrachten Sie das in Abbildung 5 dargestellte Bode-Diagramm eines Systems mit der Übertragungsfunktion

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

Welche der in Abbildung 6 dargestellten Sinus-Schwingungen ist die Antwort auf ein Eingangssignal der Form

$$u_{\text{in}}(t) = 5 \text{ V} \sin(10^5 t)$$

an diesem System? Begründen Sie Ihre Antwort.

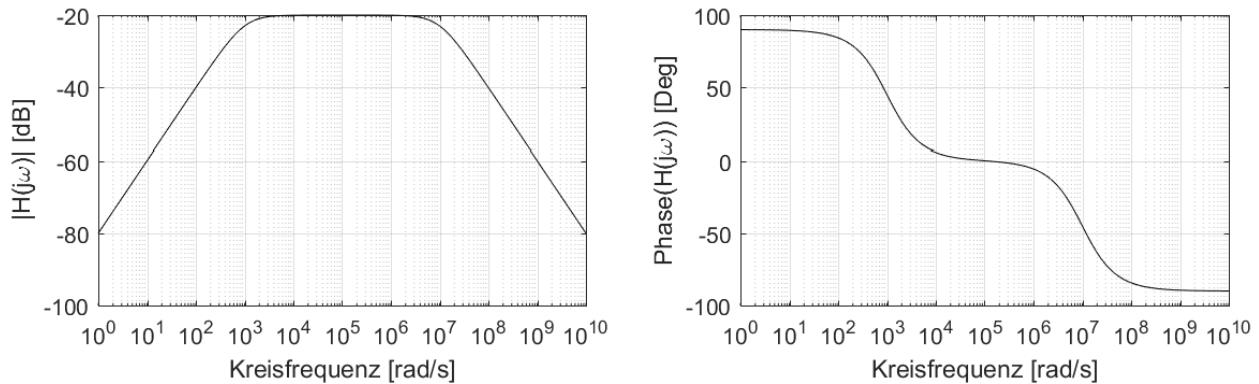


Abbildung 5

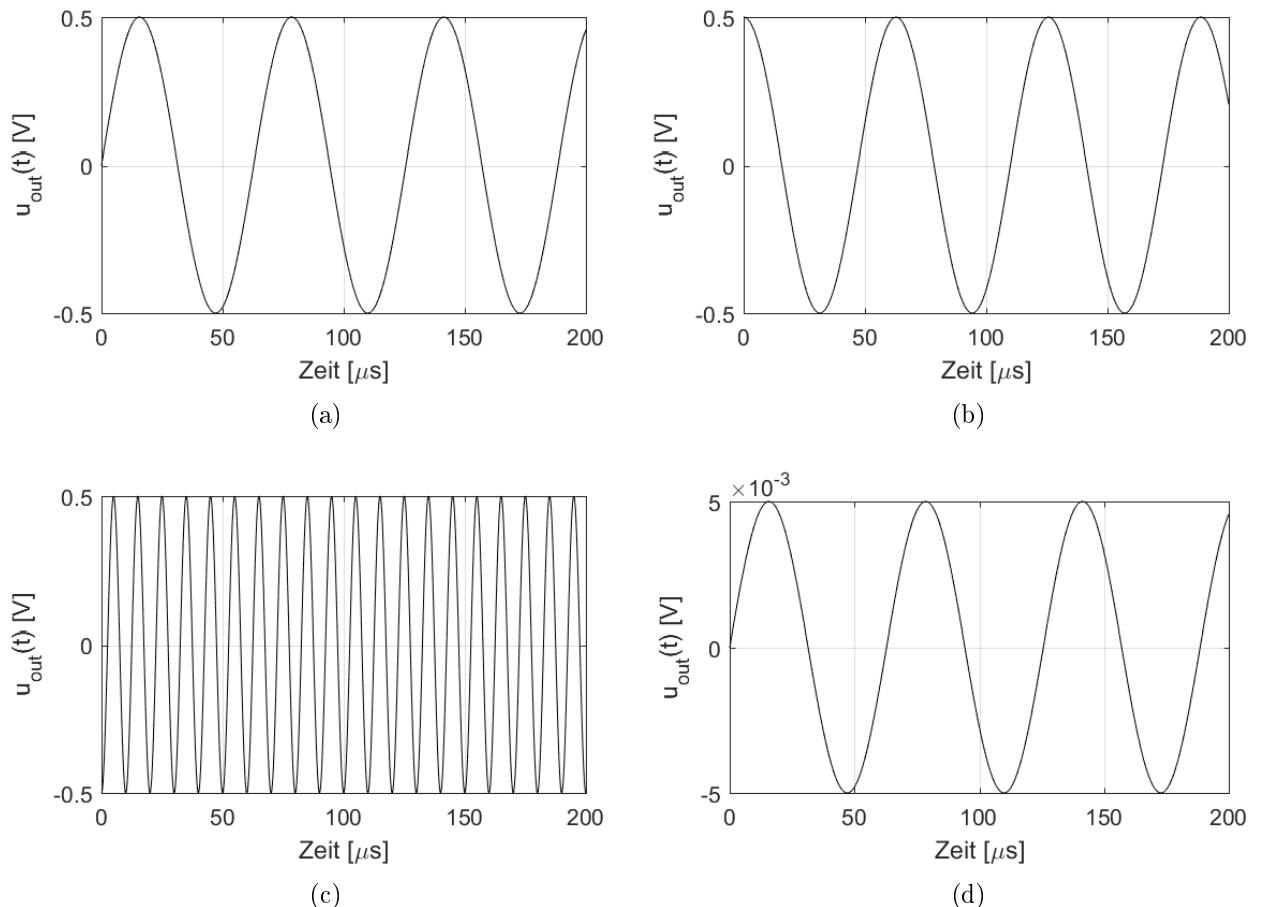


Abbildung 6

b) Anwendung (13 Punkte)

Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion

$$H(j\omega) = \frac{\underline{U}_{\text{out}}(j\omega)}{\underline{U}_{\text{in}}(j\omega)}$$

der Schaltung in Abbildung 7.

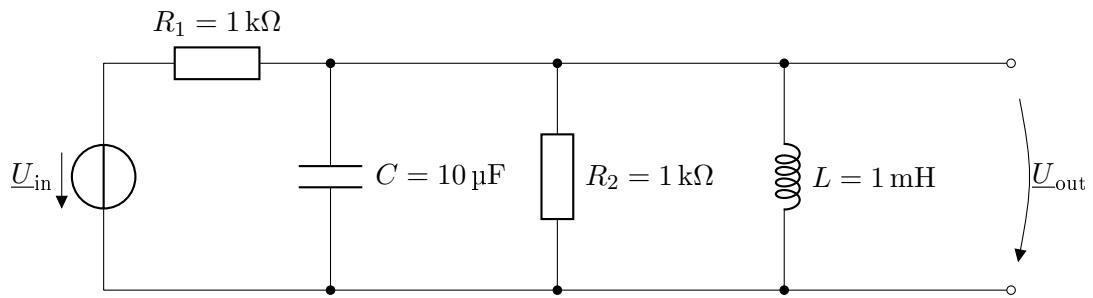


Abbildung 7

c) Analyse (10 Punkte)

In Abbildung 8 sind Teile des Bode-Diagramms einer Übertragungsfunktion dargestellt. Bestimmen Sie grafisch die Resonanzfrequenz ω_0 des Systems. Skizzieren Sie außerdem das Verhalten der Übertragungsfunktion für $\omega \rightarrow 0$ sowie $\omega \rightarrow \infty$ im Betragsdiagramm. Achten Sie dabei insbesondere auch auf die korrekte Steigung. Nehmen Sie hierfür an, die Übertragungsfunktion laute

$$H(j\omega) = \frac{U_{\text{out}}(j\omega)}{U_{\text{in}}(j\omega)} = \frac{j\omega d}{(j\omega)^2 a + j\omega b + c}$$

mit $a, b, c, d > 0$.

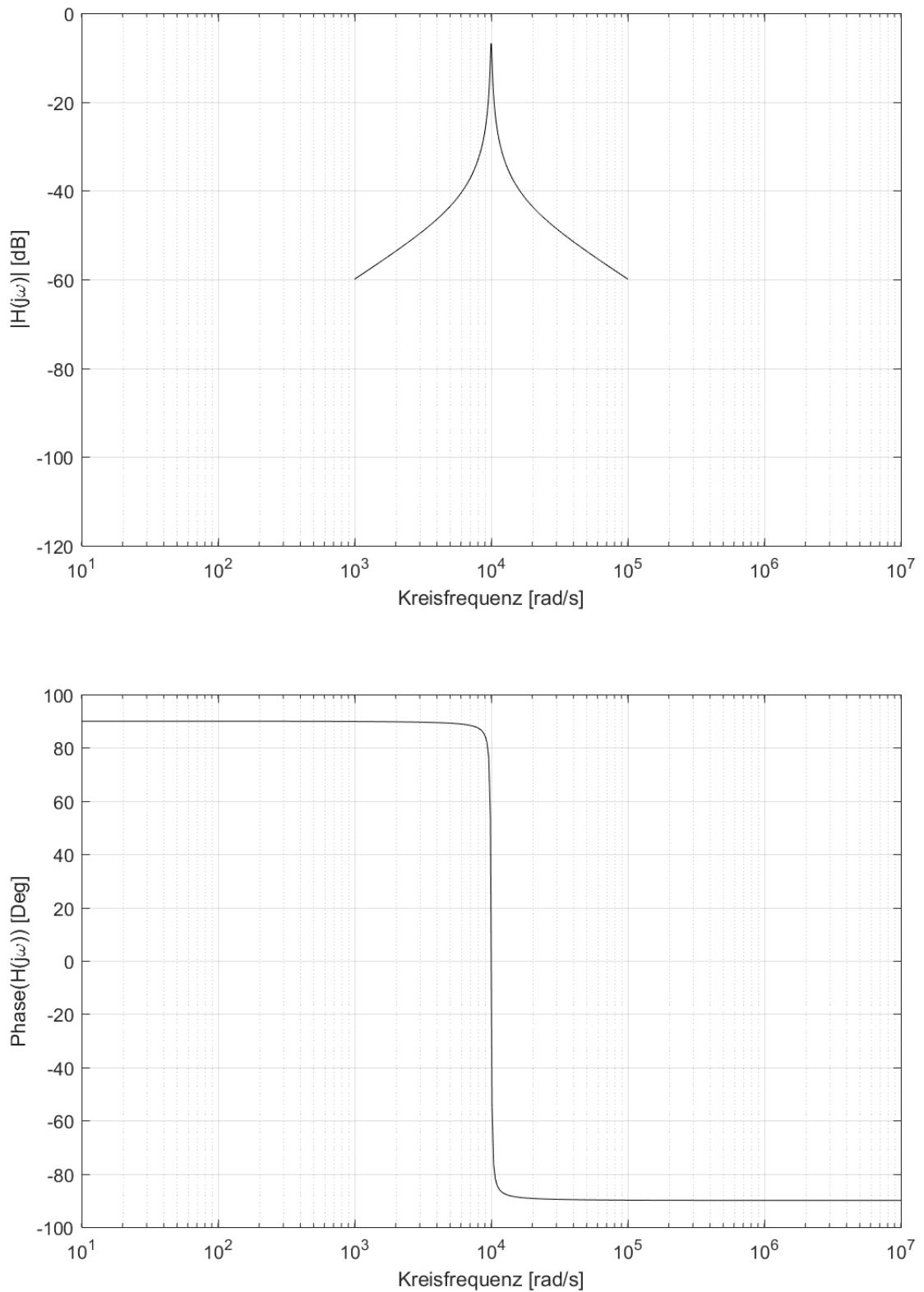


Abbildung 8

Aufgabe 3: Operationsverstärker

| | | | \sum |
|----|----|----|--------------------|
| 10 | 14 | 12 | $\sum \mathbf{36}$ |

a) Verständnis (10 Punkte)

Kreuzen Sie im Folgenden jeweils die korrekte Aussage an, und begründen Sie Ihre Antworten.

- i) Eine Verdopplung des internen Verstärkungsfaktors A des Operationsverstärkers in Abbildung 9 führt immer zu einer Verdopplung der Spannungsverstärkung $|U_{\text{out}}(j\omega)/U_{\text{in}}(j\omega)|$, unabhängig von den Widerstandswerten R_1 und R_2 . Nehmen Sie an, der Operationsverstärker werde nicht in Sättigung betrieben.

- Die Aussage ist richtig.
- Die Aussage ist falsch.

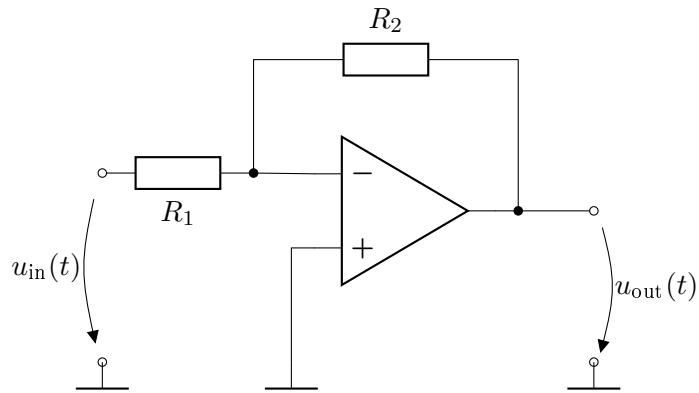


Abbildung 9

ii) Der Strom, der in die Eingänge eines idealen Operationsverstärkers fließt, ist auch dann null, wenn der Operationsverstärker in Sättigung betrieben wird.

- Die Aussage ist richtig.
- Die Aussage ist falsch.
- Die Aussage ist nur bei negativer Rückführung richtig.
- Die Aussage ist nur bei positiver Rückführung richtig.
- Die Aussage ist nur richtig, wenn einer der Eingänge an Masse angeschlossen ist.

b) Anwendung (14 Punkte)

Bestimmen Sie die Ausgangsimpedanz der Integrator-Schaltung in Abbildung 10 für ein sinusförmiges Testsignal. Nehmen Sie an, der interne Ausgangswiderstand r_t des Operationsverstärkers sei nicht vernachlässigbar und seine interne Verstärkung A endlich. Nehmen Sie weiterhin an, der interne Eingangswiderstand r_i des Operationsverstärkers sei vernachlässigbar ($r_i \rightarrow \infty$).

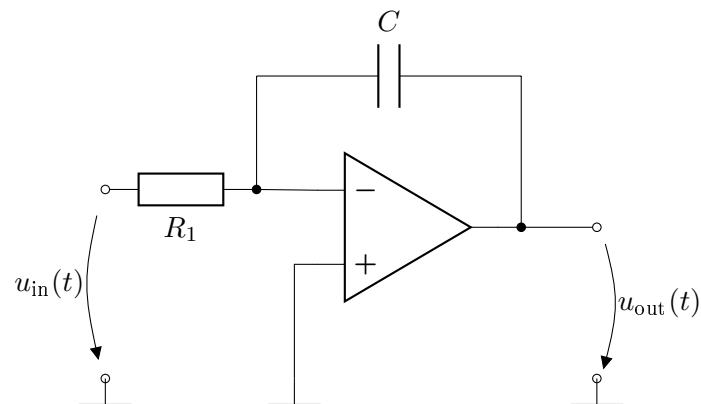
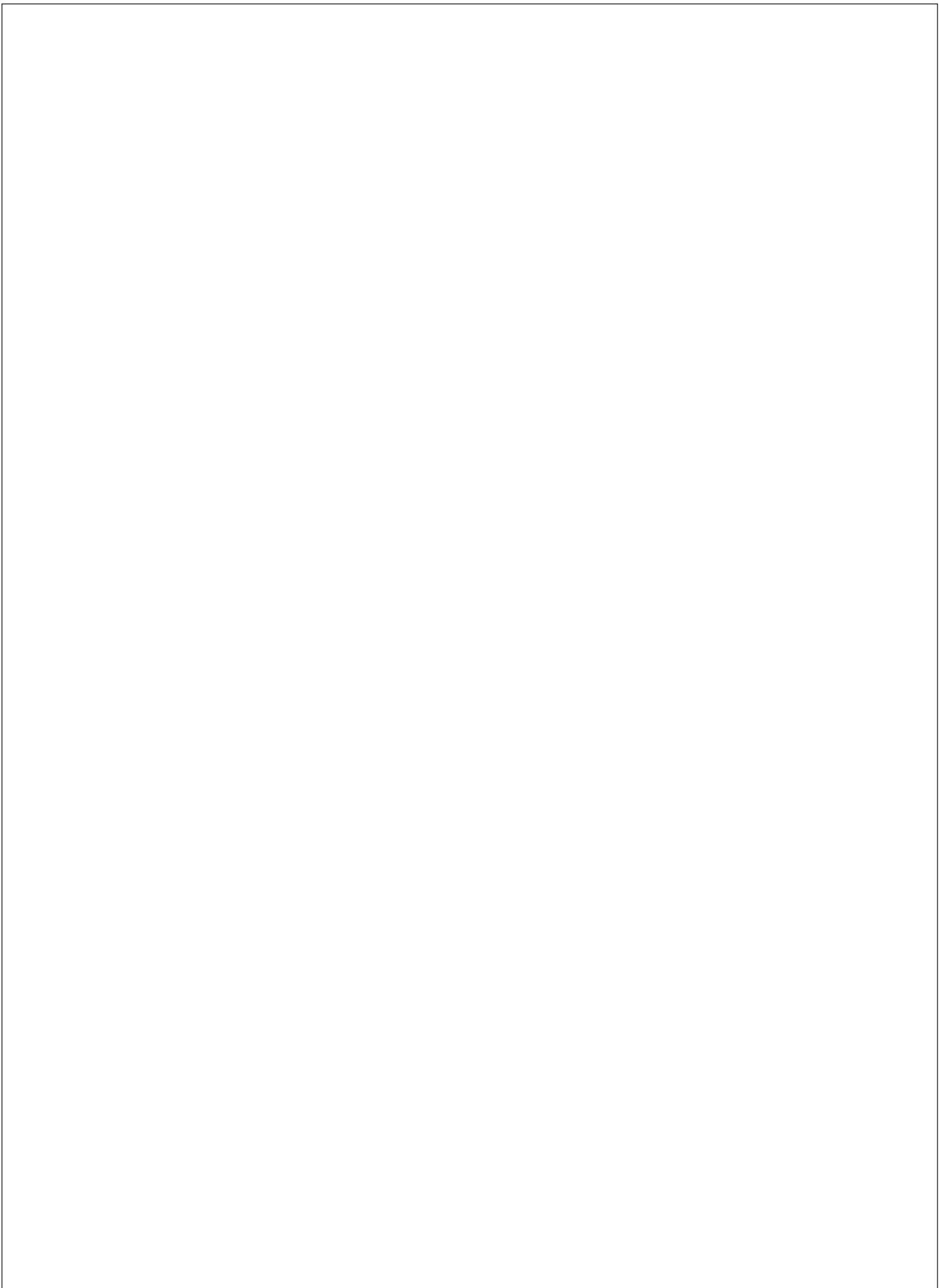


Abbildung 10



c) Analyse (12 Punkte)

Analysieren Sie die Schaltung in Abbildung 11 und beschreiben Sie qualitativ ihre Wirkung auf sinusförmige Eingangssignale besonders niedriger sowie besonders hoher Frequenzen.

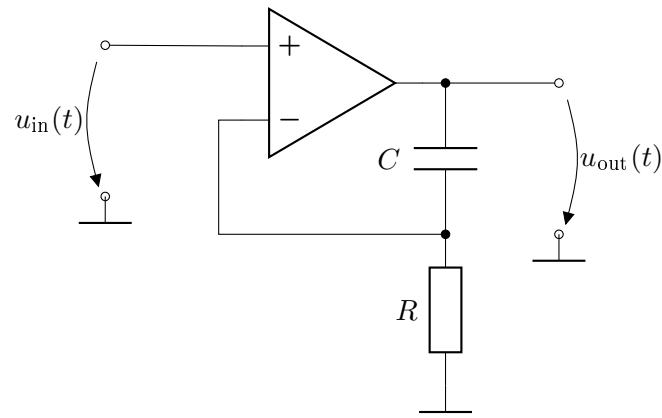


Abbildung 11