



Klausur: Grundlagen der Elektrotechnik 2

Sommersemester 2018

Matrikelnummer: _____
Nachname: _____
Vorname: _____
Studiengang: _____

			Σ
34	33	33	Σ 100

HINWEISE:

- Die Prüfung dauert 90 min.
- Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte.
- In vielen Aufgaben sind mehrere Lösungswege möglich und korrekt.
- 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

			Σ
10	14	10	Σ 34

a) Wissen / Verständnis (10 Punkte)

Beantworten Sie folgende Fragen bezüglich der Schaltung in Abbildung 1 mit den unbekannten Bauteilparametern R , L , und C und der Eingangsspannung

$$u_{\text{in}}(t) = \begin{cases} 0 \text{ V}, & t < 0, \\ 5 \text{ V}, & t \geq 0. \end{cases}$$

Begründen Sie Ihre Antworten.

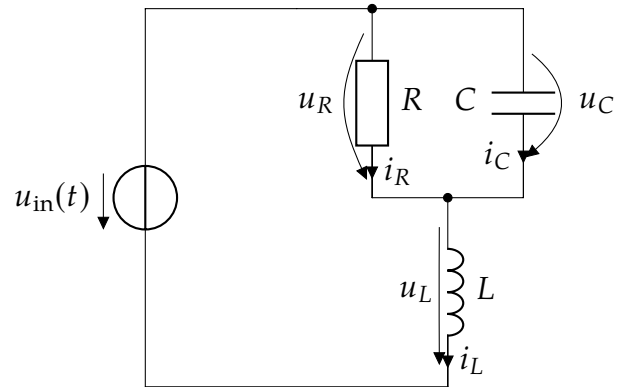


Abbildung 1

- Betrachten Sie zunächst den Zeitpunkt $t = 0^+$ direkt nach der Änderung der Eingangsspannung. Nehmen Sie an, das System habe sich vor Änderung der Eingangsspannung im eingeschwungenen Ruhezustand $u_C(t = 0^-) = 0 \text{ V}$, $i_L(t = 0^-) = 0 \text{ A}$ befunden, und ordnen Sie die Spannungen $u_R(t = 0^+)$, $u_L(t = 0^+)$, und $u_C(t = 0^+)$ der Größe nach.
- Betrachten Sie nun das Verhalten der Schaltung lange nach Änderung der Eingangsspannung ($t \rightarrow \infty$), und ordnen Sie die drei Spannungen $u_R(t \rightarrow \infty)$, $u_L(t \rightarrow \infty)$, und $u_C(t \rightarrow \infty)$ erneut der Größe nach. Nehmen Sie hierfür an, das System befinde sich für $t \rightarrow \infty$ im statischen Endzustand.

Lösung:

b) Anwendung (14 Punkte)

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 2.

- i) Stellen Sie eine Differentialgleichung für die Spannung $u_C(t)$ in Abhängigkeit von der Eingangsspannung $u_{in}(t)$ sowie den Bauteilparametern R , L , und C auf, und stellen Sie Ihren Lösungsweg dar.
- ii) Bestimmen Sie den Gütefaktor Q sowie den Dämpfungsfaktor α des Systems in Abhängigkeit der Bauteilparameter R , L und C .
- iii) Ist das System für die Bauteilparameter $R = 10\ \Omega$, $L = 25\ \text{mH}$ und $C = 1\ \text{mF}$ überkritisch, unterkritisch, oder kritisch gedämpft?

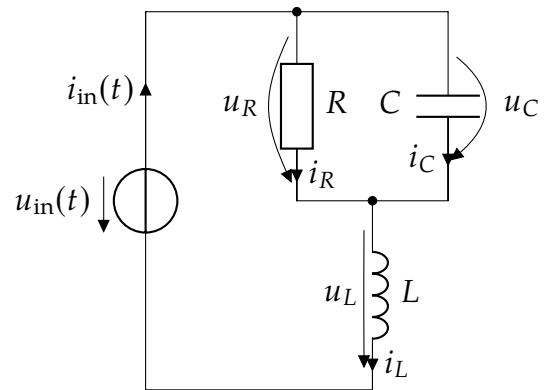


Abbildung 2

Lösung:

c) Analyse (10 Punkte)

Betrachten Sie erneut die Schaltung in Abbildung 2 mit den Parameterwerten $R = 10 \, \Omega$, $L = 25 \, \text{mH}$ und $C = 1 \, \text{mF}$. Die Eingangsspannung sei nun

$$u_{\text{in}}(t) = 1 \, \text{V} \cdot \sin(\omega_0 t) \quad \text{mit} \quad \omega_0 = 200 \, \frac{\text{rad}}{\text{s}}.$$

Bestimmen Sie die resultierende Amplitude \hat{U}_C der Spannung $u_C(t)$ am Kondensator, und erläutern Sie Ihren Lösungsweg.

Lösung:

Aufgabe 2: Frequenzbereich

			Σ
8	15	10	Σ 33

a) Wissen / Verständnis (8 Punkte)

Kreuzen Sie für jede der folgenden Aussagen an, ob diese wahr oder falsch ist. Sie müssen Ihre Antworten *nicht* begründen.

Hinweis: Falsche Antworten führen zu Punktabzug.

- i) Der Betrag $\hat{U} = |\underline{U}|$ des zu einer stetig sinusförmig schwingenden Spannung $u(t)$ gehörenden Zeigers \underline{U} ist zeitabhängig.
 - ☐ Die Aussage ist richtig.
 - ☐ Die Aussage ist falsch.
- ii) Für die Spannung $u_L(t)$ und den Strom $i_L(t)$ an einer Induktivität gilt im Allgemeinen, dass das Verhältnis $u_L(t)/i_L(t)$ konstant ist.
 - ☐ Die Aussage ist richtig.
 - ☐ Die Aussage ist falsch.
- iii) Die Information über den Phasenbezug zwischen zwei sinusförmig schwingenden Spannungen $u_1(t)$ und $u_2(t)$ geht bei der Zeigerrechnung verloren, da in den komplexen Zeigern \underline{U}_1 und \underline{U}_2 keine Zeitabhängigkeiten mehr berücksichtigt werden.
 - ☐ Die Aussage ist richtig.
 - ☐ Die Aussage ist falsch.
- iv) Der (komplexe) Wert einer linearen Übertragungsfunktion $\underline{H}(j\omega)$ bei einer bestimmten Frequenz ω kann aus dem Bode-Diagramm der Übertragungsfunktion bestimmt werden.
 - ☐ Die Aussage ist richtig.
 - ☐ Die Aussage ist falsch.

b) Anwendung (15 Punkte)

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 3a. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion

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

und skizzieren Sie den Betragsverlauf der Übertragungsfunktion in der logarithmischen Skala in Abbildung 3b. Achten Sie insbesondere auch auf korrekte Steigungen. Erläutern Sie Ihren Lösungsweg.

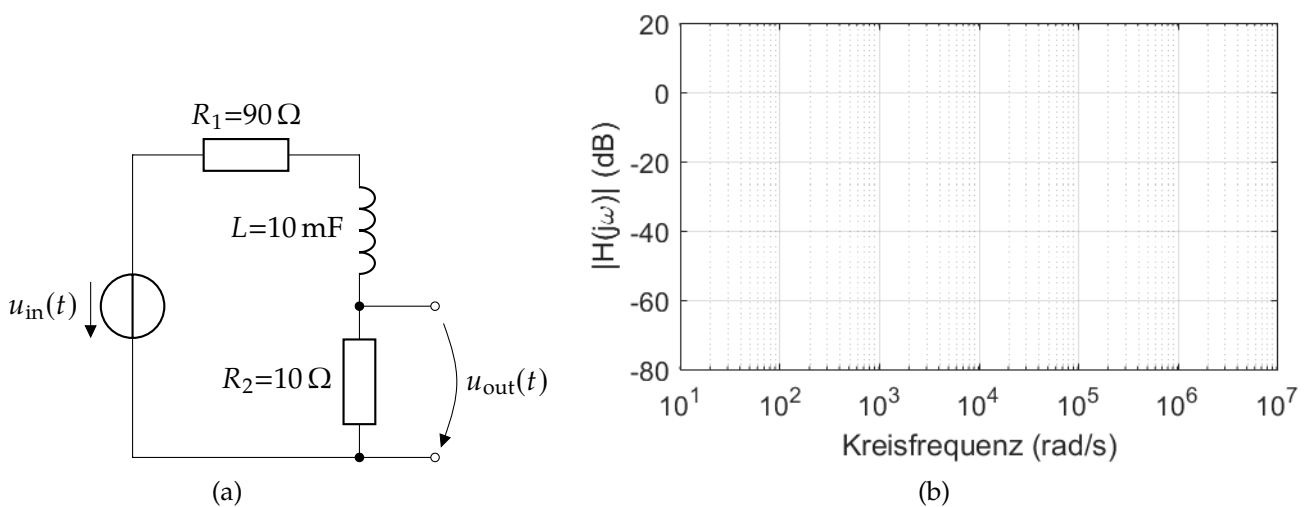


Abbildung 3

Lösung:

c) Synthese (10 Punkte)

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 4. Wie muss die Induktivität L_2 in Abhängigkeit der anderen Bauteilparameter R_1 , R_2 und L_1 gewählt werden, damit die resultierende Übertragungsfunktion

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

nicht frequenzabhängig ist, das heißt, dass der Effekt der Induktivität L_1 auf die Übertragungsfunktion vollständig kompensiert wird? Erläutern Sie Ihren Lösungsweg.

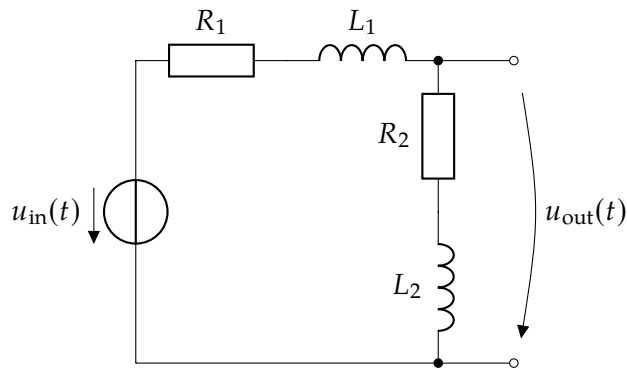


Abbildung 4

Lösung:

Lösung:

Aufgabe 3: Operationsverstärker

			Σ
10	13	10	Σ 33

Definition: Idealer Operationsverstärker

Wenn im Folgenden ein *idealer Operationsverstärker* verwendet wird, so bedeutet dies, dass für die interne Spannungsverstärkung $A \rightarrow \infty$ gilt, für den internen Eingangswiderstand $r_i \rightarrow \infty$ gilt, und für den internen Ausgangswiderstand $r_t \rightarrow 0$ gilt. Siehe hierzu auch Abbildung 5.

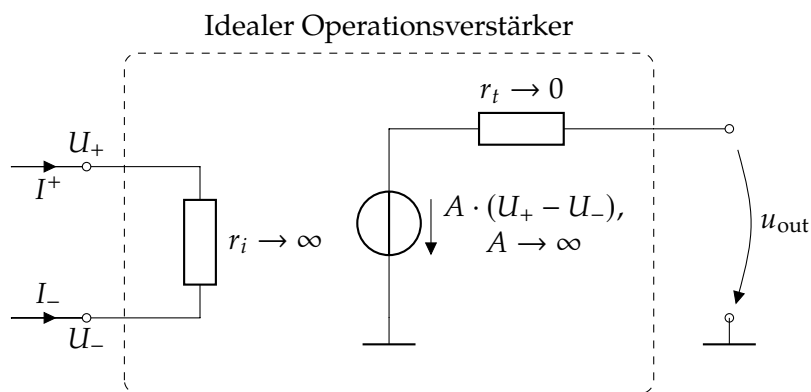
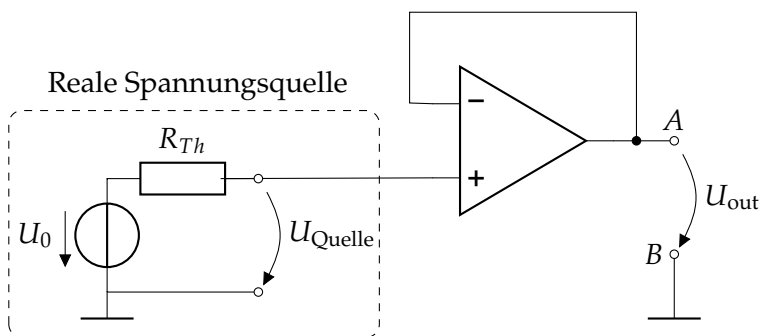


Abbildung 5: Ersatzschaltbild eines idealen Operationsverstärkers

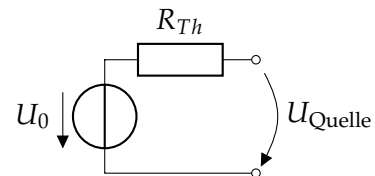
a) Wissen / Verständnis (10 Punkte)

Betrachten Sie die Operationsverstärkerschaltung in Abbildung 6a, an deren Eingang die in Abbildung 6b dargestellte, reale Spannungsquelle angeschlossen wurde. Betrachten Sie den Operationsverstärker zunächst als *ideal* und nicht in Sättigung.

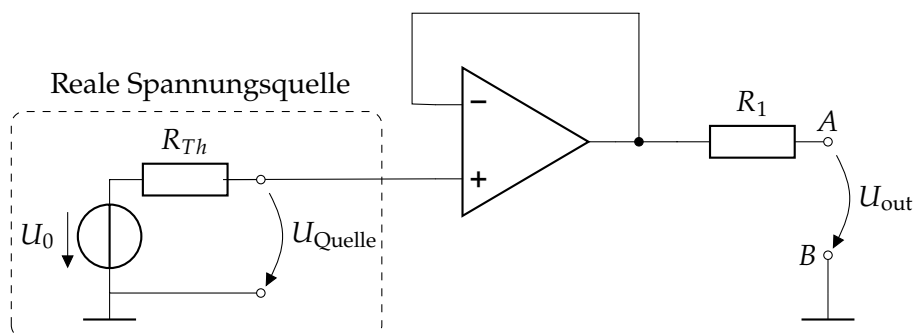
- Führt das Anschließen der realen Spannungsquelle an den Operationsverstärker zu einer Veränderung der Quellspannung U_{Quelle} im Vergleich zur in Abbildung 6b dargestellten, unbeschalteten Quelle? Begründen Sie.
- An die Ausgangsklemmen A und B der Schaltung wird nun ein Lastwiderstand $R_L = 10\ \Omega$ angeschlossen. Führt dies zu einer Änderung der Ausgangsspannung U_{out} ? Begründen Sie.
- Wie ändert sich Ihre Antwort zu Aufgabenteil ii), wenn statt der Schaltung in Abbildung 6a nun die in Abbildung 6c dargestellte Schaltung mit einem zusätzlichen Widerstand $R_1 > 0\ \Omega$ betrachtet wird? Begründen Sie.



(a) Operationsverstärkerschaltung mit realer Spannungsquelle



(b) Reale Spannungsquelle, unbeschaltet



(c) Operationsverstärkerschaltung aus (a) mit zusätzlichem Widerstand R_1

Abbildung 6

Lösung:

b) Anwendung (13 Punkte)

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 7, und bestimmen Sie den Strom $\underline{I}_{\text{out}}(j\omega)$ als Funktion der Bauteilparameter sowie der Eingangsspannung $\underline{U}_{\text{in}}(j\omega)$. Betrachten Sie den Operationsverstärker als *ideal* und nicht in Sättigung. Erläutern Sie Ihren Lösungsweg.

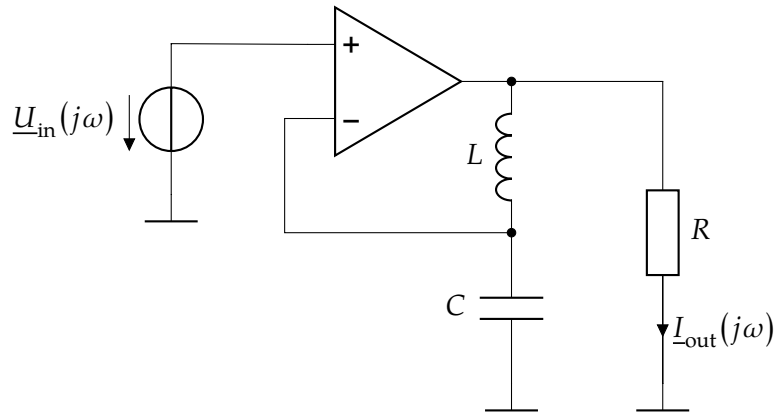


Abbildung 7

Lösung:

c) Analyse (10 Punkte)

In einer elektronischen Schaltung ist eine 10 V-Spannungsquelle gegeben. Verwenden Sie diese Spannungsquelle, einen idealen Operationsverstärker, sowie beliebig viele Widerstände, um eine ideale 5 V-Spannungsquelle zu realisieren. Erläutern Sie Ihren Lösungsweg.

Hinweis: Die definierende Eigenschaft einer idealen Spannungsquelle ist, dass diese unabhängig von der angeschlossenen Last eine konstante Ausgangsspannung liefert.

Lösung:

Extra-Platz für Lösungen

Fortsetzung von Aufgabe ____ (bitte auch dort vermerken):