

SEMINAR IM FACH SCHALTUNGSTECHNIK I, WS 2021/22

Blatt 3

Aufgaben 6–8; 6 Seiten

Abgabe: Dienstag, 09.11.2021, 23:00 Uhr, PDF-Dokument auf ILIAS hochladen

Ansprechpartner: M. Sc. Raphael Nägele, raphael.naegele@int.uni-stuttgart.de, 2.408 ETI II

Sprechzeiten: Nach Vereinbarung, Fragen auch über ILIAS-Diskussionsforum

Hinweise: Es sind alle Aufgaben auf diesem Arbeitsblatt zu bearbeiten. Vergessen Sie nicht, auf jedes Blatt Ihren Namen, Vornamen und Matrikelnummer zu schreiben. Auf der ersten Seite bitte zusätzlich den Anfangsbuchstaben Ihres Nachnamens markieren und die Blätter mit dem Tacker geheftet abgeben.

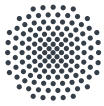
Bei allen Berechnungen sind Zwischenschritte anzugeben. Geben Sie ausschließlich das richtige Endergebnis an, bringt dies keine Punkte.

Auf der Ilias-Plattform, in der Vorlesung und im Seminar werden Fehler oder weitere Hinweise bekannt gegeben. Haben Sie einen Fehler gefunden, bitten wir Sie um Rückmeldung. Viel Erfolg bei der Bearbeitung.

Name:	Vorname:	Anfangsbuchstabe:	Nummer:
Matrikelnummer:			

Bewertung – wird vom Institut ausgefüllt

(12)	(3)	(15)					
(14)	(2)	(6)	(22)				
(5)	(3)	(3)	(3)	(6)	(2)	(3)	(25)
(62)		+/0/-					



Aufgabe 6

Komplexe Rechnung und Rechenregeln

- a) Stellen Sie folgende in algebraischer Form gegebene komplexe Zahlen nach Betrag und Phase dar.

i. $\underline{z} = -1 + j\sqrt{3}$

ii. $\underline{z} = \frac{-16 + j4}{3 - j5}$

Bestimmen Sie des Weiteren Betrag und Phase der folgenden Übertragungsfunktionen in Abhängigkeit der normierten Winkelfrequenz $\Omega = \frac{\omega}{\omega_0} \geq 0$ und werten Sie Betrag und Phase für $\Omega = 0$, $\Omega = 1$ und $\Omega \rightarrow \infty$ aus.

iii. $\underline{F}(j\Omega) = \frac{j\Omega}{1 + j\Omega}$

iv. $\underline{F}(j\Omega) = \frac{1}{1 + ja\Omega + (j\Omega)^2}, \quad a > 0$

- b) Ein komplexer Widerstand $Z = R + jX$ wird mit dem Strom $i(t)$ durchflossen wodurch die Spannung $u(t)$ darüber abfällt. Überführen Sie den sinusförmigen Strom $i(t) = 0,5 \text{ A} \sin(\omega t + 20^\circ)$ und die Spannung $u(t) = 1 \text{ V} \sin(\omega t + 50^\circ)$ in die gleichwertigen komplexen Zeiger (in Exponentialform). Geben Sie auch die Größe von R und X der Impedanz Z an. Ist der Blindwiderstand X kapazitiv oder induktiv?

Aufgabe 7

Übertragungsfunktionen von Filterschaltungen

Gegeben sind die in Abbildung 1 dargestellten einfachen frequenzselektiven Schaltungen, deren Übertragungsfunktionen in dieser Aufgabe bestimmt und analysiert werden sollen.

- a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktionen der sechs Schaltungen aus Abbildung 1. Durch Umformen sollte sich jede der Funktionen auf eine der vier folgenden Formen bringen lassen:

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega a}$$

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{j\omega b}{1 + j\omega b}$$

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{j\omega c}{1 + j\omega d + (j\omega e)^2}$$

$$\underline{F}(j\omega) = f \frac{1 + (j\omega g)^2}{1 + j\omega h + (j\omega g)^2}$$

(Die Parameter $a, \dots, h \in \mathbb{R}$ werden von den Bauelementwerten bestimmt.)

- b) Es gibt zwei Schaltungspaare, die bei entsprechender Dimensionierung exakt die gleiche Übertragungsfunktion besitzen. Geben Sie die allgemeine Bedingung an, unter der die zwei Schaltungen jeweils identisches Klemmenverhalten besitzen.
- c) Bestandteil der Brückenschaltung aus Abbildung 1(e) sind die zwei schattiert hervorgehobenen Zweipole, die sich jeweils aus R_1 und C_1 zusammensetzen. Für eine feste Frequenz $f = 10 \text{ MHz}$ können diese durch äquivalente Schaltungen ersetzt werden, die ebenfalls nur aus zwei Bauelementen bestehen. Skizzieren Sie diese Schaltungen und geben Sie die benötigten Bauteilwerte an. Nehmen Sie hierzu für $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ und $C_1 = 10 \text{ pF}$ an.

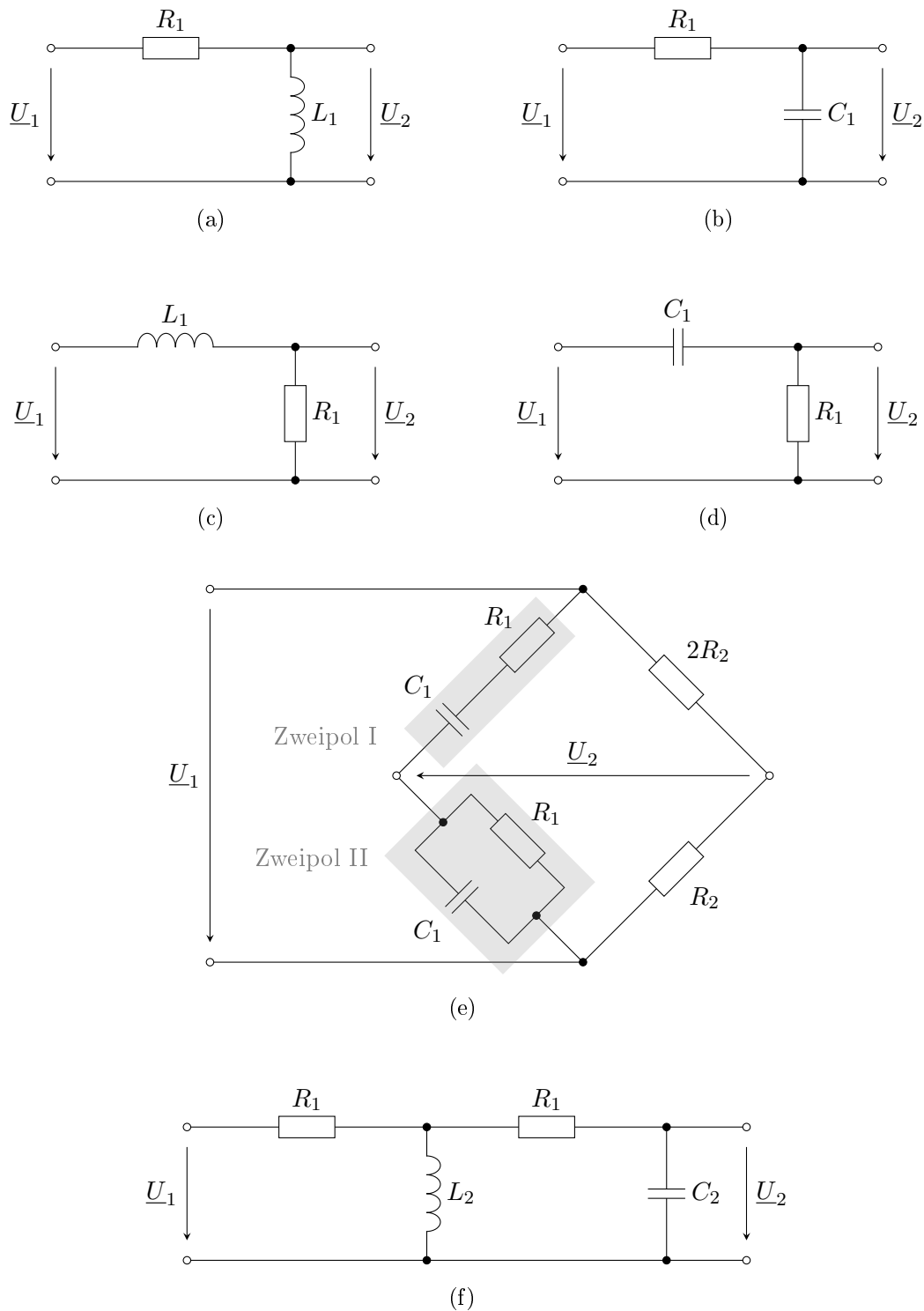


Abbildung 1: Analoge Filter

Aufgabe 8

Festgekoppelter Transformator

Auf einen hochpermeablen Ringkern werden zwei Wicklungen, die Primärwicklung mit der Windungszahl w_1 und die Sekundärwicklung mit w_2 aufgebracht. Den Wicklungssinn und die Pfeilung der Spannungen und Ströme entnehmen Sie Abbildung 2. Durch den hochpermeablen Kern seien die beiden Wicklungen fest (d.h. ohne jede Streuung) miteinander verkoppelt. Es gibt also im Kern nur einen einzigen Magnetfluss Φ . Die Verluste infolge der endlichen Leitfähigkeit der Wicklungsdrähte seien vernachlässigbar klein.

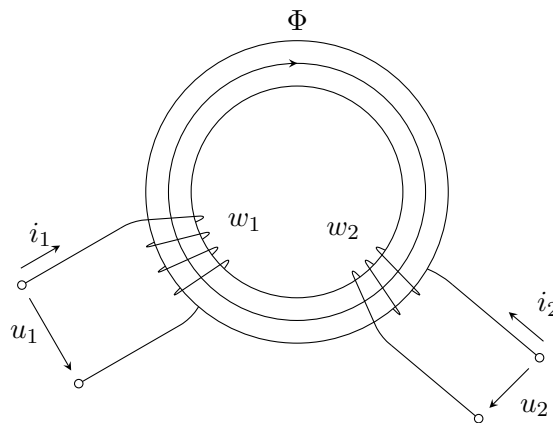


Abbildung 2: Festgekoppelter, verlustfreier Übertrager

- a) Wie lauten die Transformatorgleichungen allgemein in der Form

$$u_i(t) = u_i(i_1(t), i_2(t)), \quad i = 1, 2,$$

wie lassen sich diese bei harmonischer Anregung in komplexer Schreibweise

$$\underline{U}_i = \underline{U}_i(\underline{I}_1, \underline{I}_2), \quad i = 1, 2$$

darstellen?

Schreiben Sie diese beiden Gleichungen mit Hilfe einer primären Induktivität L_1 , einer sekundären Induktivität L_2 und der Gegeninduktivität $M = L_{12} = L_{21}$.

Wie bestimmen sich diese Induktivitäten aus den Kernparametern A , l sowie μ_r und den Windungszahlen w_1 bzw. w_2 ?

- b) Die beiden Transformatorenwicklungen werden gemäß Abbildung 3 hintereinander geschaltet. Die Drahtelemente zur Verbindung der Wicklungen können vernachlässigt werden. Welche Induktivitäten $L_{\text{ges},1}$ bzw. $L_{\text{ges},2}$ misst man an den Klemmen (in Abhängigkeit von L_1 , L_2 und M)?

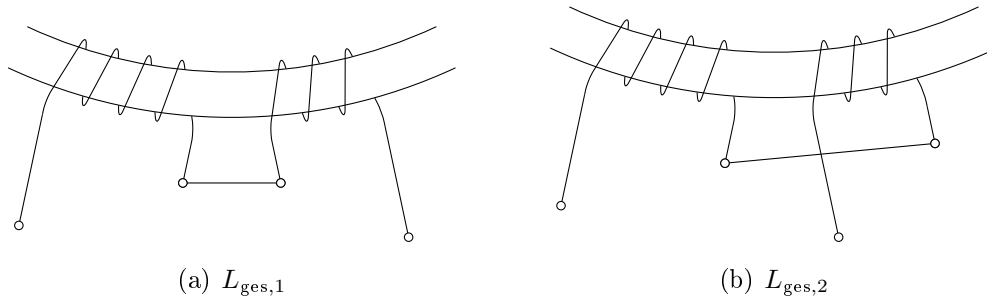


Abbildung 3: Hintereinanderschaltung von Übertragerwicklungen

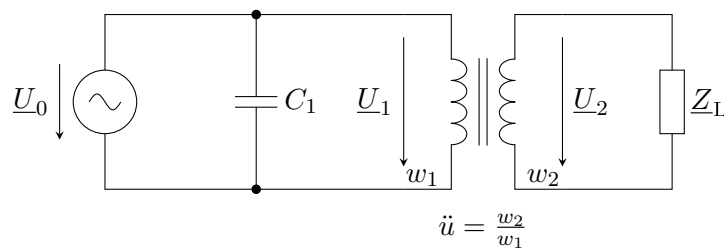


Abbildung 4: Schaltung mit verlustbehaftetem Transformator

- c) Der Übertrager aus Abbildung 2 werde nun sekundärseitig mit dem ohmschen Widerstand R belastet. Welche Impedanz misst man an den Klemmen der primärseitigen Wicklung?

Abschließend soll nun die Schaltung in Abbildung 4 betrachtet werden. Der eingezeichnete Transformator sei verlustbehaftet und weist daher Streuflüsse und ohmsche Verluste in den Wicklungen auf. Die Streuflüsse werden als $L_{S,w1}$ und $L_{S,w2}$ die ohmschen Verluste als R_{w1} bzw. R_{w2} bezeichnet. Die Hauptinduktivitäten seien $L_{H,w1}$ und $L_{H,w2}$. Das Übersetzungsverhältnis ist mit $\ddot{u} = \frac{w_2}{w_1}$ angegeben.

- d) Zeichnen Sie das T-Ersatzschaltbild der Schaltung aus Abbildung 4 und beschriften Sie dieses. Die Sekundärseite des Transformators soll hierbei auf die Primärseite bezogen werden, unter Verwendung eines idealen Übertragers.
- e) Geben Sie nun die auf die Primärseite transformierten Sekundärgrößen an. Welche Beziehung besteht zwischen den beiden Hauptinduktivitäten $L_{H,w1}$ und $L_{H,w2}$?
- f) Welcher Magnetisierungsstrom $\underline{I}_{Mag}$ fließt bei angeschlossener Quelle $\underline{U}_0$? Die primärseitigen Verluste und Streuflüsse können hierbei vernachlässigt werden. Welche Auswirkung auf den Magnetisierungsstrom hat eine Verdopplung der Lastimpedanz $\underline{Z}_L$?
- g) Vernachlässigen Sie nun die sekundärseitigen ohmschen Verluste R_{w2} und die Streuinduktivität $L_{S,w2}$. Wie groß ist die Spannung $\underline{U}_2$ bei angeschlossener Quelle $\underline{U}_0$?