

Netzwerke und Schaltungen II, D-ITET

Übung 3

Komplexe Wechselstromrechnung Filter/Resonanzkreis

Aufgabe 1 Lineares Netzwerk mit Sinusstromquelle

Das in Abbildung 1 gegebene lineare Netzwerk werde an der Sinusstromquelle $\hat{i} = \underline{i} \cdot e^{j\phi}$ bei einer Kreisfrequenz ω betrieben.

Hinweis: Alle Ergebnisse sind in Abhängigkeit vom Strom und von den Bauelementwerten anzugeben.

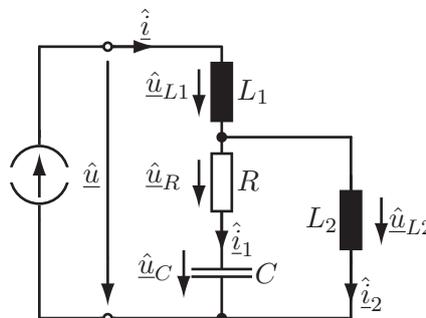


Abbildung 1: Netzwerk mit Sinusstromquelle

- 1.1) Berechnen Sie die Spannung \hat{u}_C über der Kapazität C .
- 1.2) Für welche Kreisfrequenz ω wird der Betrag der Spannung \hat{u}_C maximal? Geben Sie den Maximalwert $|\hat{u}_C(\omega_0)|$ an.

Im Folgenden wird die Kreisfrequenz der Sinusstromquelle auf ω_3 eingestellt. Für die Elemente in Abb. 1: $R = 1\ \Omega$, $\omega_3 L_1 = \omega_3 L_2 = 5\ \Omega$, $\omega_3 C = 0.25/\Omega$.

- 1.3) Berechnen Sie Betrag und Phase der Spannung \hat{u}_C aus Teilaufgabe 1.1), wenn für die Stromquelle $\hat{i} = \sqrt{2}A \cdot e^{j0^\circ}$ gilt.
- 1.4) Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm für die Ströme \hat{i} , \hat{i}_1 , \hat{i}_2 und die Spannungen \hat{u}_r , \hat{u}_C und \hat{u}_{L2} . Geben Sie den von den Zeigern \hat{u}_C und \hat{i}_C eingeschlossenen Winkel an und überprüfen Sie die in Teilaufgabe 1.3) ermittelte Phase.
- 1.5) Geben Sie $u_C(t)$ an.

Aufgabe 2 Konstanter Verbraucherstrom im Serienschwingkreis

Gegeben ist die Schaltung nach Abbildung 2 mit $\hat{u} = 10 \cdot \sqrt{2}V \cdot e^{j0^\circ}$ und $f = 50$ Hz. Durch eine geeignete Dimensionierung von R_1 , L und C soll in der Last ein vom konkreten Widerstandswert R_a unabhängiger(!) Strom $I_a = 1$ A fließen.

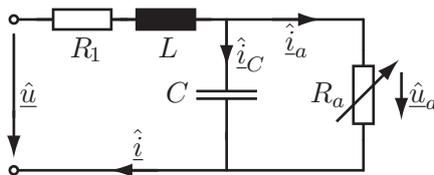


Abbildung 2: Schaltung zur Erzeugung eines vom Verbraucherwiderstand R_a unabhängigen Stromes

- 2.1) Finden Sie einen mathematischen Ausdruck für \hat{i}_a in Abhängigkeit von R_a , R_1 , L , C und ω .
- 2.2) Welche Bedingungen müssen gelten, damit \hat{i}_a unabhängig vom Wert R_a ist? Berechnen Sie mit diesen Bedingungen die Zahlenwerte für R_1 , L und C .
- 2.3) Zeichnen Sie für die Werte $R_a = 2 \Omega$ und $R_a = 5 \Omega$ und mit den Ergebnissen von Teilaufgabe 2.1) und 2.2) ein maßstabsgetreues Zeigerdiagramm der Strom- und Spannungsverhältnisse (\hat{u} , \hat{u}_L , \hat{u}_C bzw. \hat{i} , \hat{i}_a und \hat{i}_C) der Schaltung.

Aufgabe 3 Schaltungen mit einem reaktiven Element

Abbildungen 3 (a) bis (d) zeigen vier Schaltungen mit je einem reaktiven Element (Kapazität oder Induktivität) und einem Widerstand. Gespeist werden die Netzwerke von einer Wechselspannungsquelle $u_s(t) = \hat{u}_s \cdot \cos(\omega t)$. Löse folgende Teilaufgaben für alle vier Netzwerke:

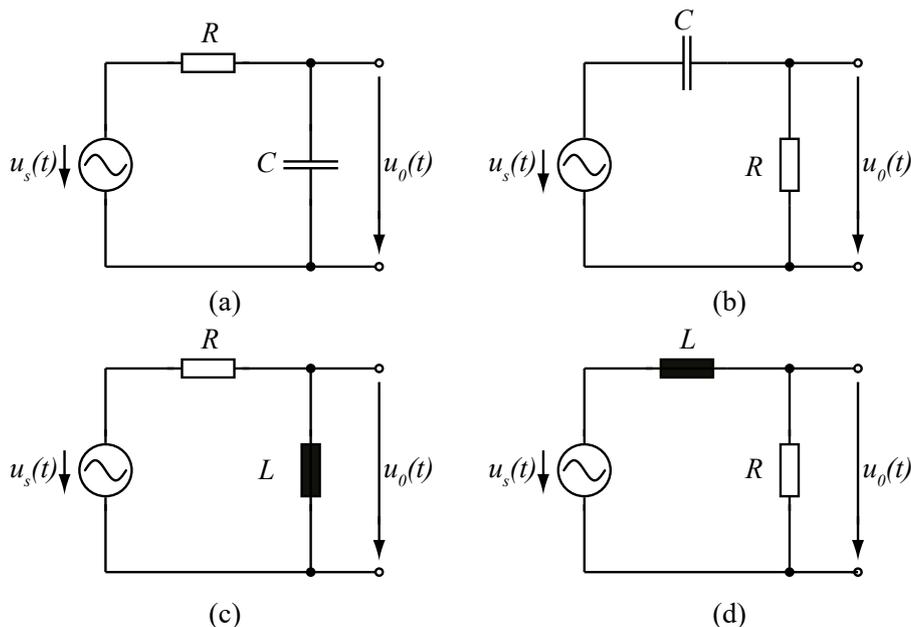


Abbildung 3: Schaltungen mit einer Kapazität bzw. einer Induktivität

- 3.1) Geben Sie die Spannung $u_o(t)$ für sehr tiefe und sehr hohe Frequenzen an. Diese kann direkt und ohne Rechnung angegeben werden, indem die Eigenschaften von Kapazitäten und Induktivitäten bei sehr tiefen und sehr hohen Frequenzen berücksichtigt werden.
- 3.2) Berechnen Sie den Amplituden- und den Phasengang, d.h. berechnen Sie das Verhältnis $|\frac{\hat{u}_o}{\hat{u}_s}|$ und die Differenz $\varphi_o - \varphi_s$ als Funktion der Kreisfrequenz ω .
- 3.3) Skizziere den Amplituden- und den Phasengang (\rightarrow Bode Diagramm). Können sich gewisse Netzwerke identisch verhalten?

Aufgabe 4 Brückenschaltung für Induktivitätsmessung

Eine technische Spule kann näherungsweise durch eine Reihenschaltung eines Widerstandes R_X und einer Induktivität L_X dargestellt werden. Abbildung 4 zeigt eine Messschaltung, mit welcher R_X und L_X einer unbekanntenen Spule gemessen werden können. R_1 und R_2 sind Widerstände mit bekannten Werten, R_3 und C_3 sind einstellbar und ebenfalls bekannt. Um die Grösse der Spule zu bestimmen, wird die Brückenschaltung mit einer Wechselspannung angeregt und die Spannung $u_{12}(t)$ gemessen. Der einstellbare Widerstand und die einstellbare Kapazität werden solange verändert, bis die Spannung $u_{12}(t)$ verschwindet. Dieser Vorgang wird Abstimmen genannt. R_X und L_X bestimmen sich nun aus R_1 , R_2 , R_3 und C_3 .

- 4.1) Drücke R_X und L_X der abgestimmten Brückenschaltung durch R_1 , R_2 , R_3 und C_3 aus. Benütze dafür Kirchhoff's Maschenregel.
- 4.2) Mit welcher Frequenz muss die Messschaltung angeregt werden, damit R_X und L_X korrekt bestimmt werden können?

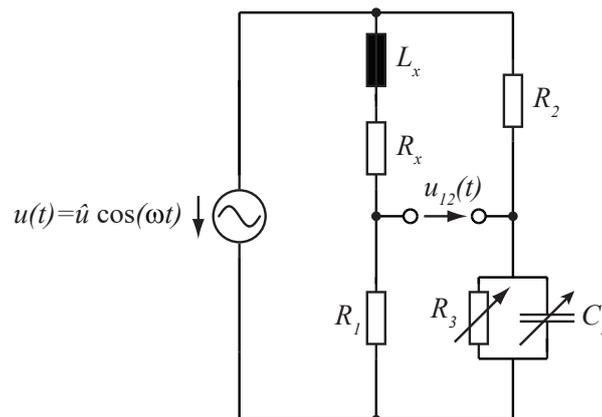


Abbildung 4: Brückenschaltung