

## Netzwerke und Schaltungen II, D-ITET

# Übung 6

## Superposition, Ersatzquellen, Impedanztransformation

### Aufgabe 1 Superposition und Ersatzquellen

In dieser Aufgabe sollen für die in Abbildung 1 dargestellten linearen Netzwerke jeweils die Thévenin- und Norton-Ersatzschaltung für den an den Klemmen A und B angeschlossenen Lastwiderstand  $R_L$  hergeleitet werden.

*Sinusförmige Quellenströme und -spannungen:*

$$\hat{u}_1 = 24 \text{ V} \cdot e^{j0^\circ} \quad \hat{u}_2 = 10 \text{ V} \cdot e^{j50^\circ} \quad \hat{i}_1 = 1 \text{ A} \cdot e^{j30^\circ} \quad f = 50 \text{ kHz}$$

*Bauteilwerte:*

$$R = 10 \Omega \quad L = 30 \mu\text{H} \quad C_1 = 150 \text{ nF} \quad C_2 = 75 \text{ nF} \quad R_L = 25 \Omega$$

- 1.1) Berechnen Sie für das Netzwerk in Abbildung 1(a) die Leerlaufspannung an den Lastklemmen A, B unter Anwendung der Superposition. Ermitteln Sie anschliessend die äquivalente Innenimpedanz. Zeichnen Sie die dazugehörige Thévenin-Ersatzschaltung auf.
- 1.2) Welcher Arbeitspunkt (Lastspannung und -strom) stellt sich für den gegebenen Lastwiderstand  $R_L$  ein? Wie gross ist der Mittelwert  $P_L$ , der im Lastwiderstand umgesetzten Leistung?
- 1.3) Ermitteln Sie den Kurzschlussstrom der Ersatzschaltung und wandeln Sie die Thévenin-Ersatzschaltung in eine Norton-Ersatzschaltung um.
- 1.4) Berechnen Sie für das Netzwerk in Abbildung 1(b) den Kurzschlussstrom an den Lastklemmen A, B unter Anwendung der Superposition. Ermitteln Sie anschliessend die äquivalente Innenadmittanz. Zeichnen Sie die dazugehörige Norton-Ersatzschaltung.
- 1.5) Welcher Arbeitspunkt (Lastspannung und -strom) stellt sich für den gegebenen Lastwiderstand  $R_L$  ein? Wie gross ist der Mittelwert  $P_L$ , der im Lastwiderstand umgesetzten Leistung?

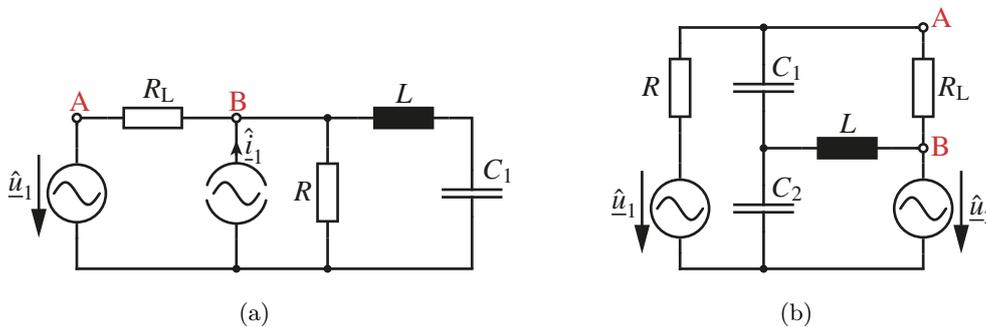


Abbildung 1: Bezüglich den Lastklemmen A und B zu vereinfachende und zu analysierende Netzwerke.

- 1.6) Ermitteln Sie die Leerlaufspannung der Ersatzschaltung und wandeln Sie die Norton-Ersatzschaltung in eine Thévenin-Ersatzschaltung um.

## Aufgabe 2 Impedanztransformation

Die Schaltung in Abbildung 2 zeigt einen idealen Übertrager mit dem Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = N_p/N_s$  und mit einer auf der Sekundärseite angeschlossenen Impedanz  $\underline{Z}$ .

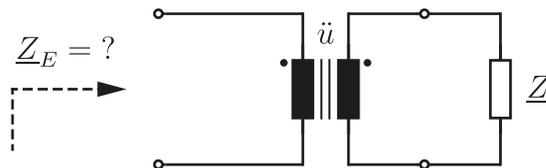


Abbildung 2: Schaltung zur Impedanztransformation

- 2.1) Bestimmen Sie die Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_E$  des Netzwerks.
- 2.2) Welche Eingangsimpedanz stellt sich ein, wenn für die Impedanz  $\underline{Z}$  ein ohmscher Widerstand  $R$ , eine Spule mit der Induktivität  $L$  oder ein Kondensator mit der Kapazität  $C$  verwendet wird?
- 2.3) Welche Resonanzfrequenz weist die Eingangsimpedanz auf, wenn am Ausgang ein Serienschwingkreis mit den Komponenten  $R$ ,  $L$ ,  $C$  angeschlossen wird?
- 2.4) Bestimmen Sie numerische Werte für  $\underline{Z}_E$  in  $[\Omega]$  und  $\hat{u}_s$  in  $[V]$ . Verwenden Sie ein Übertragungsverhältnis  $\ddot{u} = 2$ , eine Lastimpedanz  $Z = 100 \Omega$  und eine Spannung  $\hat{u}_p = 10V$
- 2.5) Welche Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_E$  in  $[\Omega]$  stellt sich bei einem Übertragungsverhältnis  $\ddot{u} = 2$  und einer Frequenz  $f = 1MHz$  ein, wenn für die Impedanz  $Z$  ist : 1. ein

ohmscher Widerstand  $R = 100 \Omega$  verwendet wird ? 2. eine Induktivität  $L = 5 \mu\text{H}$  verwendet wird? 3. eine Kapazität  $C = 10 \text{ nF}$  verwendet wird?

- 2.6) Was ist der numerische Wert der Resonanzfrequenz  $\omega_0$  in  $[\frac{\text{Mrad}}{\text{s}}]$ , wenn am Ausgang ein Serienschwingkreis mit den Komponenten  $R = 100 \Omega$ ,  $L = 5 \mu\text{H}$ ,  $C = 10 \text{ nF}$  angeschlossen wird?

### Aufgabe 3 Impedanztransformation

Gegeben ist das Netzwerke in Abbildung 3 mit einem idealen Übertrager.

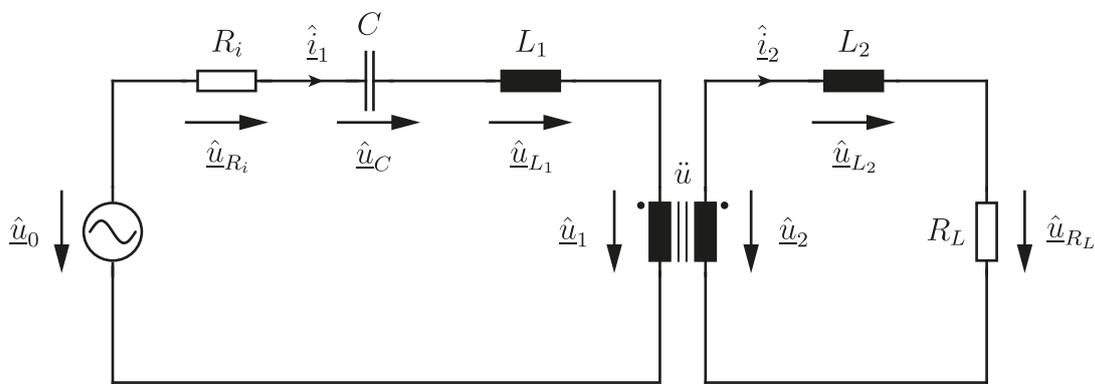


Abbildung 3: Betrachtetes Netzwerk

- 3.1) Geben Sie ein Ersatznetzwerk für die dargestellte Schaltung an, das keinen Übertrager mehr enthält, indem Sie alle Größen von der Sekundärseite auf die Primärseite transformieren.
- 3.2) Berechnen Sie die Zeiger  $\hat{i}_1$  und  $\hat{u}_{R_L}$  in Abhängigkeit der gegebenen Größen.
- 3.3) Berechnen Sie die Werte der Zeiger  $\hat{i}_1$  in  $[\text{mA}]$  und  $\hat{u}_{R_L}$  in  $[\text{V}]$  gegeben  $\hat{u}_0 = 400\text{V}$ ,  $f = 1\text{MHz}$ ,  $\ddot{u} = 2$ ,  $R_L = 100 \Omega$ ,  $L_2 = 3 \mu\text{H}$ ,  $R_i = 200 \Omega$ ,  $C = 10 \text{ nF}$ ,  $L_1 = 5 \mu\text{H}$ .
- 3.4) Bei welcher Frequenz  $f_0$  wird die Wirkleistungsaufnahme des Netzwerks maximal? Welche Bedingung muss für den Wert von  $R_L$  bei dieser Frequenz erfüllt sein, damit die Quelle ihrerseits die maximale Leistung abgeben kann? Wie wird dieser Betriebsfall genannt?
- 3.5) Berechnen Sie bei welcher Frequenz  $f_0$  in  $[\text{MHz}]$  die Wirkleistungsaufnahme des Netzwerks maximal wird gegeben  $f = 1\text{MHz}$ ,  $\ddot{u} = 2$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $L_2 = 3 \mu\text{H}$ ,  $R_i = 200 \Omega$ ,  $C=10 \text{ nF}$ ,  $L_1=5 \mu\text{H}$ .
- 3.6) Zeichnen Sie ein qualitatives Zeigerdiagramm für die Ströme und Spannungen bei einer Frequenz  $f > f_0$  und einem Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = 2$ .