
Elektrotechnik II

Tipps Übung 1

Prof. Dr. Göran Andersson

FS 2011

<http://www.eeh.ee.ethz.ch/>

Ziel und Motivation dieser Übung

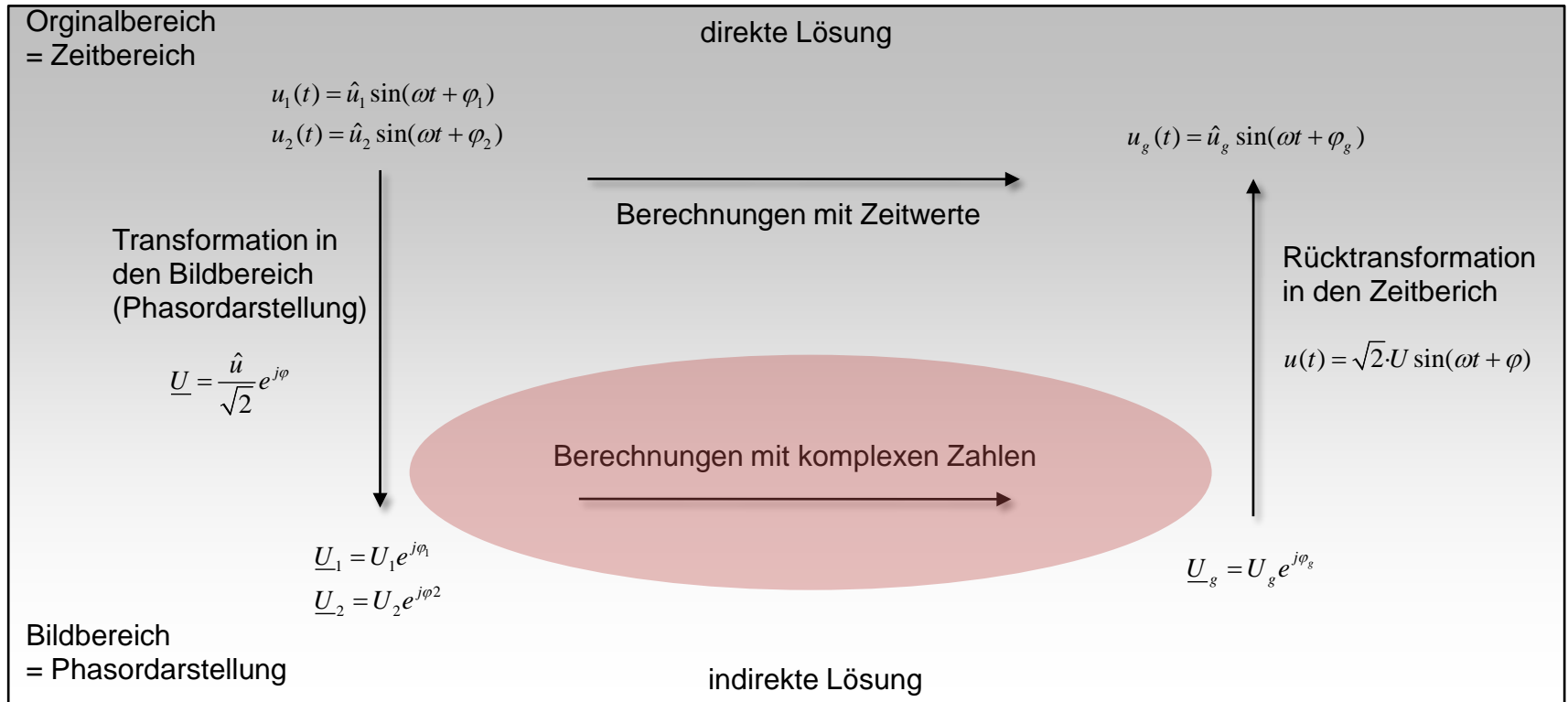
Ziele:

1. Rechnen mit Phasoren (Wiederholung von ET I)
2. Thévenin Ersatzschaltung

Motivation:

- Mit der Hilfe von Phasoren sind Netze mit Wechselspannungsquellen viel einfacher zu berechnen.
- Die Thévenin Ersatzschaltung kann Berechnungen vereinfachen.

Symbolische Methoden (NW-26)



Schema der Transformation von Sinusgrößen in den komplexen Bereich

Formelsammlung für Wechselstromkreise (I)

Serieschaltung von L- und C-Gliedern

$$\underline{X} = \underline{X}_L + \underline{X}_C = j(X_L + X_C) = j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

Parallelschaltung von L- und C-Gliedern

$$\underline{Z} = \frac{1}{\frac{1}{\underline{X}_C} + \frac{1}{\underline{X}_L}}$$

$$\underline{Z} = \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{j\omega L}} = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL}$$

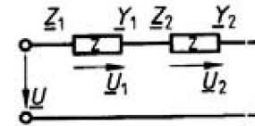
Spannungsteilerregel für eine Reihenschaltung

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad \frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_{tot}} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} \quad \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}} = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_{tot}}$$

Stromteilerregel für eine Parallelschaltung

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad \frac{I_1}{I} = \frac{R_{tot}}{R_1} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\underline{I}_1}{\underline{I}_2} = \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1} \quad \frac{\underline{I}_1}{\underline{I}} = \frac{\underline{Z}_{tot}}{\underline{Z}_1}$$

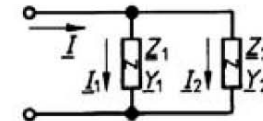
Spannungsteiler



$$\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} = \frac{\underline{Y}_2}{\underline{Y}_1}$$

$$\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}} = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{\underline{Y}_2}{\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2} = \frac{1}{1 + (\underline{Z}_2 / \underline{Z}_1)}$$

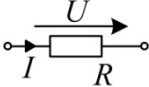
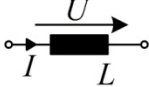
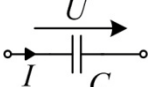

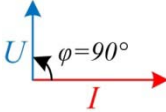
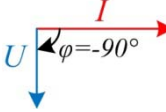
Stromteiler



$$\frac{\underline{I}_1}{\underline{I}_2} = \frac{\underline{Y}_1}{\underline{Y}_2} = \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1}$$

$$\frac{\underline{I}_1}{\underline{I}} = \frac{\underline{Y}_1}{\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2} = \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{1}{1 + (\underline{Z}_1 / \underline{Z}_2)}$$

Formelsammlung für Wechselstromkreise (II) (NW-34)

Bezeichnung	Widerstand R	Induktivität L	Kapazität C
Schaltzeichen			
Zeigerdiagramm			
Grundgesetz	$u = Ri$	$u = L di / dt$	$u = 1 / C \int idt$
Ohmsches Gesetz			
Effektivwerte	$I = GU = U / R$	$I = -B_L U = U / X_L$	$I = B_C U = -U / X_C$
Komplex	$\underline{I} = G \underline{U} = \underline{U} / R$	$\underline{I} = jB_L \underline{U} = \underline{U} / jX_L$	$\underline{I} = jB_C \underline{U} = \underline{U} / jX_C$
Widerstand	$R = U / I$	$X_L = \omega L = U / I$	$X_C = -1 / (\omega C) = -U / I$
komplex		$jX_L = j\omega L$	$jX_C = 1 / (j\omega C)$
Leitwert	$G = I / U = 1 / R$	$B_L = -1 / (\omega L)$	$B_C = \omega C$
Komplex		$jB_L = 1 / (j\omega L)$	$jB_C = j\omega C$
Phasenwinkel	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 90^\circ$	$\varphi = -90^\circ$
Leistungsfaktor	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0$	$\cos \varphi = 0$
Blindfaktor	$\sin \varphi = 0$	$\sin \varphi = 1$	$\sin \varphi = -1$
Wirkleistung	$P = UI$	$P = 0$	$P = 0$
Blindleistung	$Q = 0$	$Q = UI \rightarrow$ verbraucht Q	$Q = -UI \rightarrow$ generiert Q

Thévenin Theorem

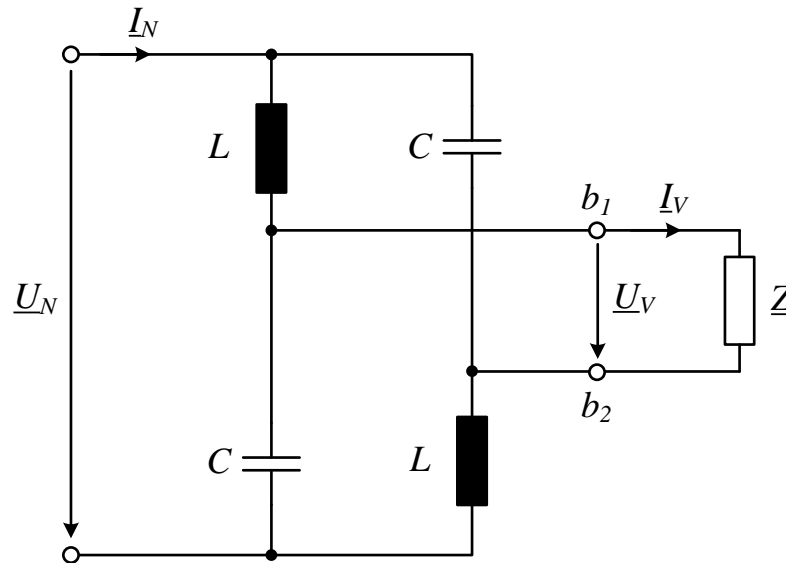
Skript: NW-44 – NW-46

Übung 1: Generator für eingeprägte Ströme

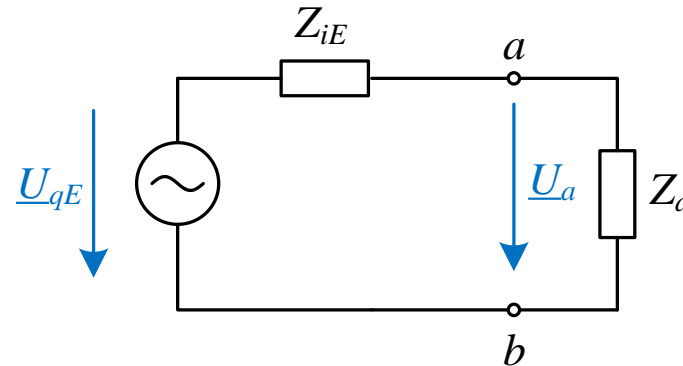
Aus konstanter Speisespannung \rightarrow konstanten Strom?

Anwendung für zum Beispiel:

- Schweissgeräte
- Plasmabeschichtungsanlagen
- Entladungslampen

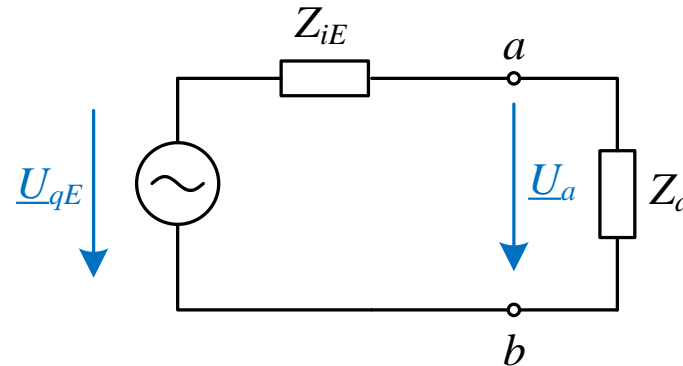


Aufgabe 1: Berechnen des Thévenin-Äquivalents (I)



1. Bestimmen des Innenwiderstandes aus Sicht des Verbrauchers
 - Spannungsquelle(n) kurzschliessen
 - Stromquelle(n) unterbrechen
 - Verbraucherwiderstand entfernen
 - Innenwiderstand berechnen zwischen Klemmen b_1 und b_2
2. Bestimmen der Ersatz-Spannungsquelle

Aufgabe 1: Berechnen des Thévenin-Äquivalents (II)



1. Bestimmen des Innenwiderstandes aus Sicht des Verbrauchers
2. Bestimmen der Ersatz-Spannungsquelle
 - Verbraucherwiderstand entfernen
 - Spannung zwischen Klemmen b_1 und b_2 bestimmen:
Tipp: Differenz zweier Spannungsteiler!

Aufgabe 2

Berechne den Strom I_V für beliebige Werte von Z .

- Benutze die Thévenin Ersatzschaltung
- Von Hand auflösen

Aufgabe 3

Unter welcher Bedingung wird \underline{I}_V unabhängig von \underline{Z} ? Welchen Wert nimmt \underline{I}_V in diesem Fall an?

- Aufgabe 2
- \underline{I}_V in Funktion von \underline{U}_N .

Aufgabe 4

Welchen Strom $\underline{I}_{N,K}$ nimmt die Schaltung auf, wenn die Klemmen b_1 und b_2 kurzgeschlossen werden ($\underline{Z} = 0$) und wie kann man sich das Resultat erklären? Es soll dabei die Bedingung $\omega^2 = 1/(L \cdot C)$ gelten.

- Es wird nicht mehr der Laststrom \underline{I}_V betrachtet, sondern der Eingangsstrom \underline{I}_N .
- Thévenin Ersatzschaltung?
- Was passiert mit der Energie im System? (ideale Komponenten)

Aufgabe 5

Wie gross wird der Eingangsstrom $\underline{I}_{N,L}$, wenn die Schaltung im Leerlauf ($\underline{Z} \rightarrow \infty$) betrieben wird. Auch hier soll die Bedingung $\omega^2 = 1/(L \cdot C)$ gelten. Ist dieser Betriebspunkt zulässig?

- Ähnlich wie Aufgabe 4
- $\underline{I}_{N,K}$ Resultat interpretieren

Weitere Informationen

- Die Übungen, Hilfestellungen, Übungspräsentationen und Musterlösungen werden auf der Website vom Power Systems Laboratory online gestellt

<http://www.eeh.ee.ethz.ch/de/eeh/lehre/vorlesungen.html>

- **! Abgabetermin der Übung 1: Mi 16.03.2011 in der Vorlesung !**
- **Rückgabe Übung 1 und Besprechung Übung 2: Di 22.03.2011**
- **Testatbedingungen: 5 von insgesamt 6 Übungen,
Lösungsansatz bei 2/3 der Aufgaben**
- **Administrative Fragen an: Markus Imhof (imhof@eeh.ee.ethz.ch)**