



Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 2

Studiengänge Mechatronik / Regenerative Energien und Energieeffizienz / Regenerative Energietechnik und Energieeffizienz

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	WiSe 2017/2018	Name:			
Prüfungstermin:	10.02.2018	Vorname:			
Arbeitszeit:	120min	Matrikelnummer:			
Aufgabensteller:	Prof. Bruckmann, Prof. Chamonine, Prof. Horn, Prof. Unold	Studiengang:	O ME	O REE	
Raum:	Platz Nr.	Studiengruppe:	O a	O b	O w

Bemerkungen	Viel Erfolg!
--------------------	--------------

Bewertung	Gesamtpunkte:		Note:	
Erstprüfer:		Datum:	Unterschrift:	
Zweitprüfer:		Datum:	Unterschrift:	

Zugelassene Hilfsmittel:

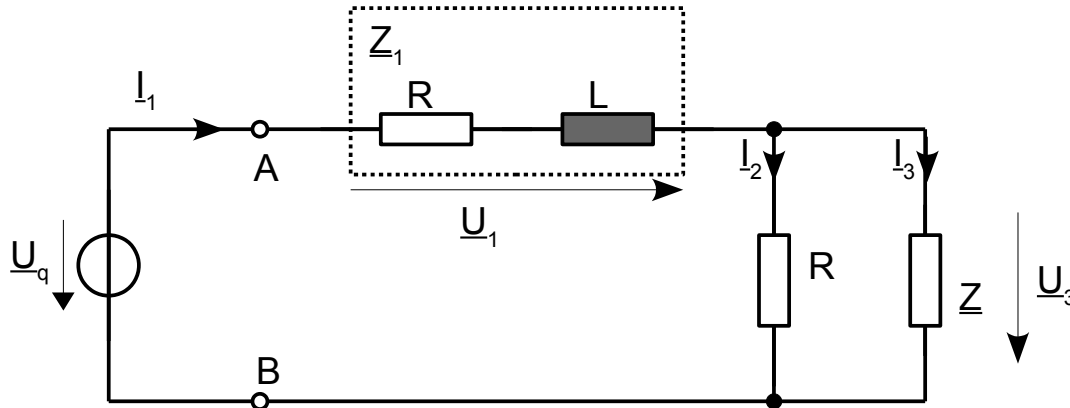
- selbstgeschriebene Formelsammlung
- Fakultätstaschenrechner Casio FX-991

Allgemeine Hinweise:

- Bitte überprüfen Sie, ob Ihre Angabe alle Blätter und Aufgaben umfasst.
- Die Angabenblätter dürfen nicht getrennt werden und sind als Bestandteil der Prüfung mit abzugeben.
- Rechenwege sind vollständig und nachvollziehbar zu dokumentieren.
- Kennzeichnen Sie eindeutig, zu welcher Teilaufgabe eine Lösung gehört.
- Falls Rechnungen auf einer anderen Seite fortgesetzt werden, ist dies deutlich zu kennzeichnen.
- Benutzen Sie keinen Rot-, Orange- oder Bleistift.
- Alle Punkteangaben sind Richtwerte.

Aufgabe 1 (ca. 12 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung. Die sinusförmige Spannungsquelle \underline{U}_q habe die Kreisfrequenz ω . Die Reihenschaltung aus R und L werde mit \underline{Z}_1 bezeichnet.



Hinweis: Alle Teilaufgaben können unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Zunächst sei $\underline{Z} = \underline{Z}_1 = R + j\omega L$, mit $R = 1\text{k}\Omega$, $L = 100\text{mH}$, $\omega = 10^4\text{ s}^{-1}$, $\underline{U}_q = 100\text{V}$

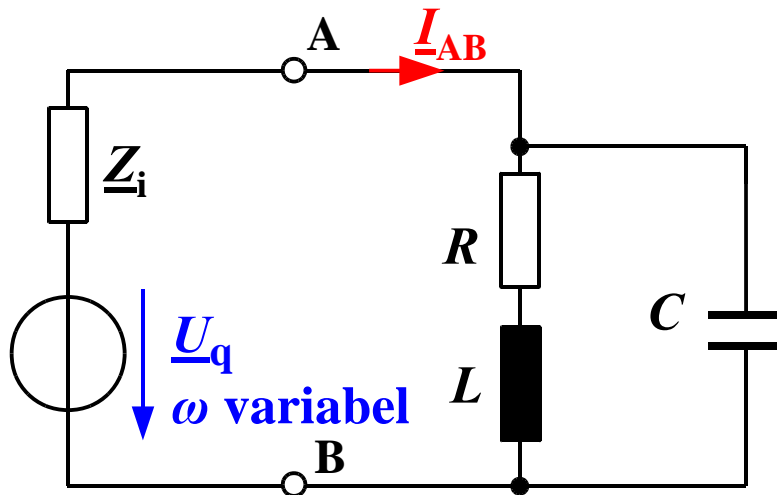
- Berechnen Sie den Ersatzwiderstand \underline{Z}_e rechts der Klemmen A und B mit Betrag und Phase.
- Berechnen Sie \underline{I}_3 mit Betrag und Phase.
- Ermitteln Sie einen allgemeinen Ausdruck für \underline{I}_3 in Abhängigkeit von \underline{Z}_1 , R und \underline{U}_q und berechnen Sie die Kreisfrequenz ω_{neu} als Funktion von R und L, für die der Strom \underline{I}_3 der Spannung \underline{U}_q um 90° nacheilt.
- Zeichnen Sie für die Kreisfrequenz aus Teilaufgabe c) ein qualitatives Zeigerdiagramm aller in der Schaltung eingezeichneten Spannungen und Ströme, wobei \underline{I}_3 nullphasig anzunehmen ist.

Nun sei \underline{Z} ein verlustbehafteter Kondensator und es gelte: $\underline{I}_2 = 1\text{mA}$, $\underline{I}_1 = 11,6\text{mA} \cdot e^{j80^\circ}$.

- Berechnen Sie die Güte von \underline{Z} .

Aufgabe 2 (ca. 11 Punkte)

Folgendes Netzwerk ist an eine lineare Spannungsquelle (Leerlaufspannung \underline{U}_q , komplexer Innenwiderstand \underline{Z}_i) mit variabler Kreisfrequenz ω angeschlossen. Die Kapazität C und die Induktivität L können als ideal betrachtet werden. Die Quellenspannung sei $\underline{U}_q = 100\text{V}$.



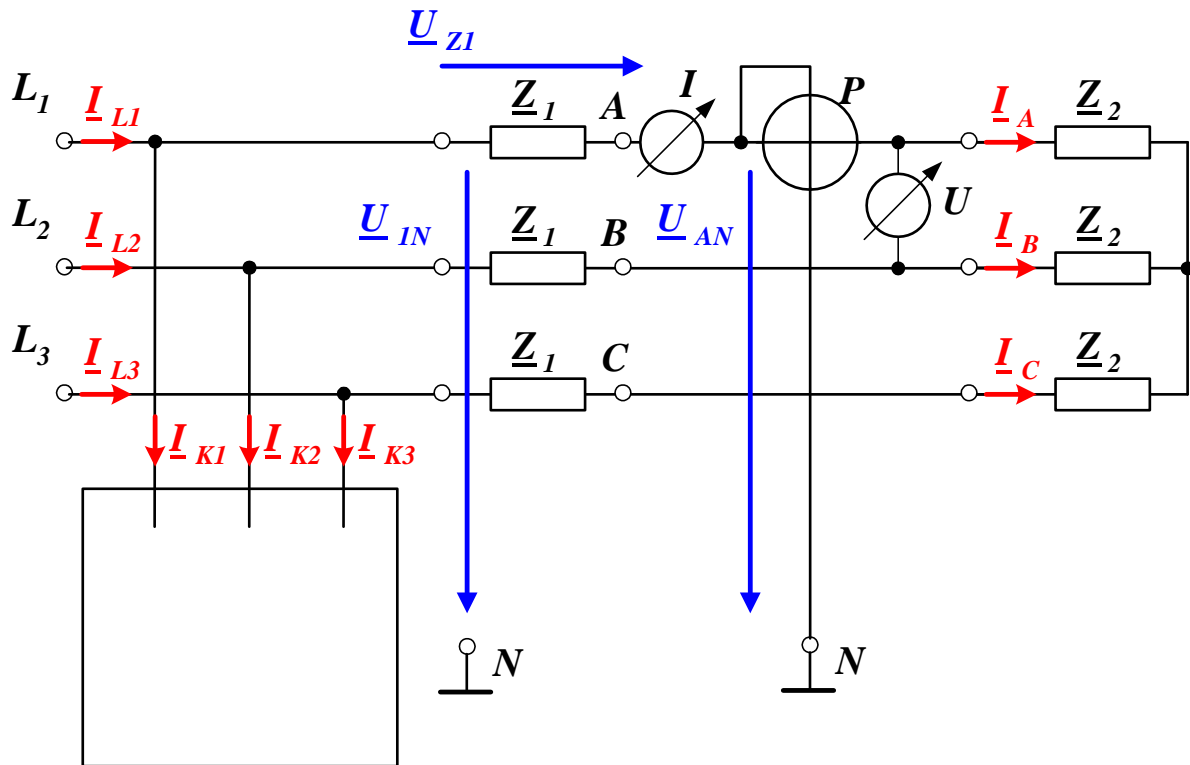
- Geben Sie den komplexen Leitwert des passiven Zweipols rechts der Klemmen A/B in der Form $\underline{Y}_{AB} = G + jB$ als Funktion der Kreisfrequenz ω und der Bauelementwerte an.
- Leiten Sie die Formel für die Resonanzkreisfrequenz ω_r des passiven Zweipols rechts der Klemmen A/B als Funktion der Bauelementwerte her.
- Nun sind folgende Werte gegeben: $C = 16\text{nF}$, $L = 1\text{mH}$. Welchen Wert muss der Widerstand R haben, damit die Resonanzkreisfrequenz $\omega_r = 1,5 \times 10^5 \text{s}^{-1}$ beträgt?
- Welchen Wert muss der komplexe Widerstand \underline{Z}_i haben, damit im oben beschriebenen Resonanzfall die Wirkleistungsanpassung auftritt? Welcher Strom I_{AB} wird von dem gesamten Netzwerk rechts der Klemmen A/B in diesem Fall aufgenommen? Welche Wirkleistung P liefert dabei die lineare Spannungsquelle $\{\underline{U}_q, \underline{Z}_i\}$?

Aufgabe 3 (ca. 15 Punkte)

Eine symmetrische, ohmsch-induktive Drehstromlast ist über komplexe Vorwiderstände $\underline{Z}_1 = (1 + j3)\Omega$ an ein symmetrisches Dreileitersystem angeschlossen.

Die Messgeräte zeigen $P = 2,1\text{kW}$, $U = 331\text{V}$ und $I = 14,14\text{A}$ an, die Netzfrequenz ist 50Hz .

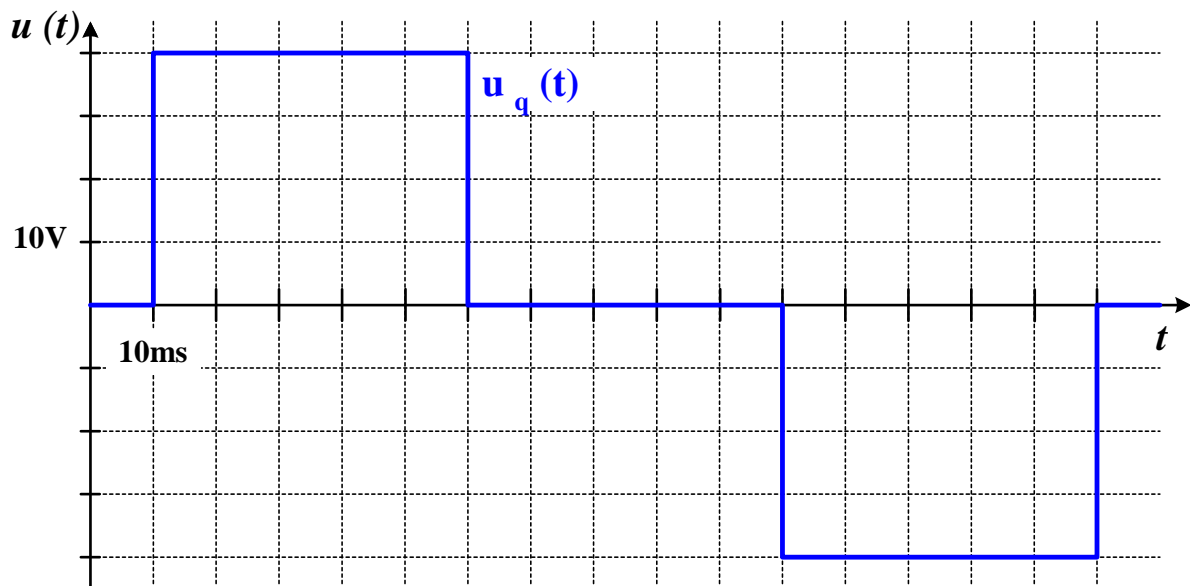
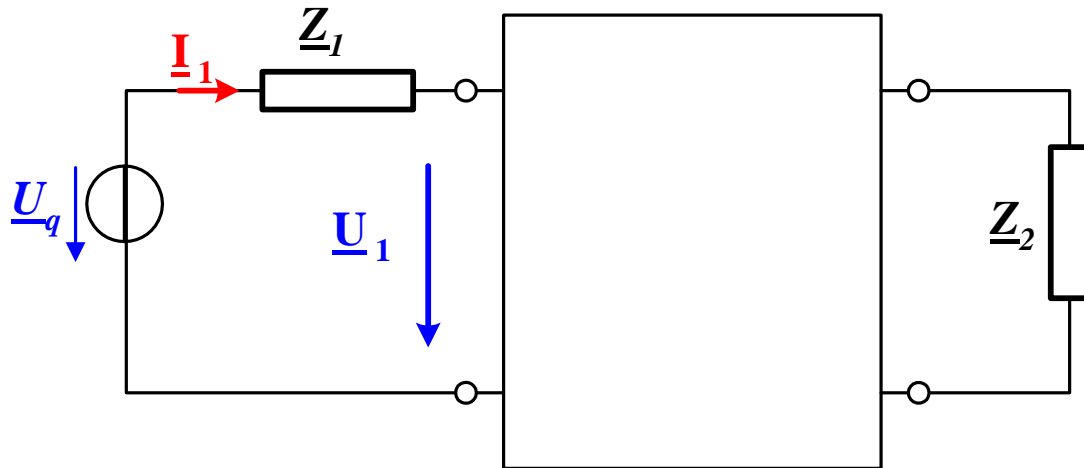
Die Messgeräte werden als ideal angenommen.



- Welche Scheinleistung und Blindleistung nimmt die Drehstromlast rechts der Klemmen **A**, **B**, **C** auf? Wie groß ist der Phasenwinkel zwischen der komplexen Leistung \underline{S} und der Wirkleistung P ?
- Welchen komplexen Widerstand \underline{Z}_2 hat die Last? Durch welche konzentrierten Bauelemente kann \underline{Z}_2 realisiert werden? (mit Werteangabe)
- Berücksichtigen Sie nun die komplexen Widerstände \underline{Z}_1 in der Zuleitung. Wie groß muss die Spannung \underline{U}_{1N} (in Betrag und Phase) sein, damit sich die obigen Messgrößen einstellen? Die Spannung \underline{U}_{AN} habe den Phasenwinkel -6° .
- Nun sei $\underline{Z}_2 = (10,5 + j8,5)\Omega$. Der Verbraucher soll durch eine Kompensationseinrichtung mit möglichst kleinen Bauelementwerten auf $\cos\phi = 0,9$ (induktiv) kompensiert werden. Zeichnen Sie die Kompensationsschaltung in den vorbereiteten Block ein und berechnen Sie deren Werte.
- Zeichnen Sie für diesen Fall ein maßstäbliches Zeigerdiagramm der Spannung \underline{U}_{1N} , \underline{U}_{AN} und \underline{U}_{Z1} , sowie der Ströme \underline{I}_{L1} , \underline{I}_A und \underline{I}_{K1} . Der Maßstab sei: $m_U = 20\text{V/cm}$, $m_I = 2\text{A/cm}$.

Aufgabe 4 (ca. 6 Punkte)

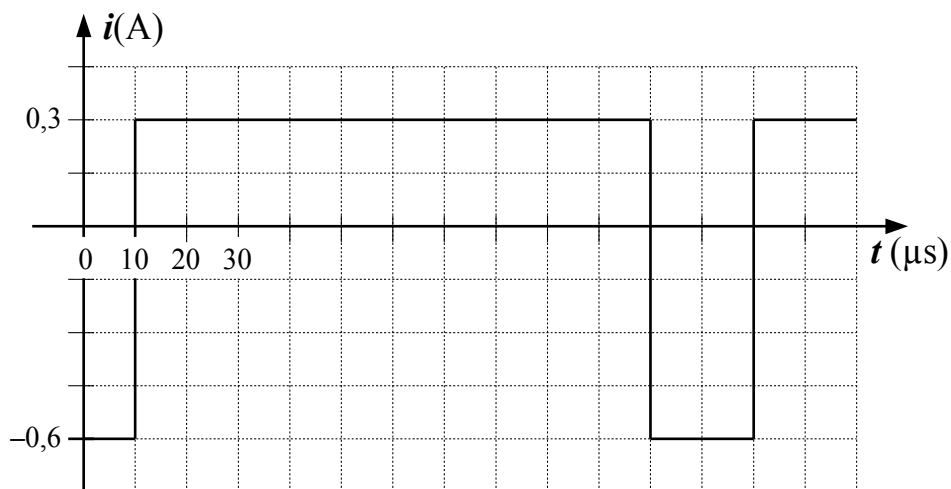
Eine Quelle mit dem komplexen Innenwiderstand $\underline{Z}_1 = (4 + j4)\Omega$ ist über einen idealen Transformator mit einem komplexen Lastwiderstand $\underline{Z}_2 = (1 - j1)\Omega$ verbunden.



- Skizzieren Sie im gezeichneten Block des Schaltbildes das Ersatzschaltbild des idealen Transformators und geben Sie den Wert des Übersetzungsverhältnisses an, wenn Leistungsanpassung erzielt werden soll.
- Geben Sie \underline{U}_1 in Abhängigkeit von \underline{U}_q , \underline{Z}_1 und \underline{Z}_2 an.
- Nun ist der Imaginärteil der komplexen Widerstände \underline{Z}_1 und \underline{Z}_2 Null Ohm. Zeichnen Sie für diesen Fall die Spannung $u_1(t)$ in das Diagramm ein.

Aufgabe 5 (ca. 13 Punkte)

Gegeben ist folgender Zeitverlauf einer idealen Stromquelle:



a) Bestimmen Sie den arithmetischen Mittelwert sowie den exakten Effektivwert des Stromes und zeichnen Sie beide in das Diagramm ein.

b) Welche der folgenden Fourier-Reihen beschreibt den nichtsinusförmigen Strom korrekt? Begründen Sie Ihre Wahl! Bestimmen Sie den Effektivwert näherungsweise aus der Fourier-Reihe.

- $i(t) = 0,15 \text{ A} - 0,286 \text{ A} \cdot \cos(\omega t) - 0,248 \text{ A} \cdot \cos(2\omega t) - 0,191 \text{ A} \cdot \cos(3\omega t) + \dots$
- $i(t) = 0,15 \text{ A} - 0,286 \text{ A} \cdot \cos(\omega t) - 0,191 \text{ A} \cdot \cos(3\omega t) - 0,057 \text{ A} \cdot \cos(5\omega t) + \dots$
- $i(t) = -0,6 \text{ A} - 0,286 \text{ A} \cdot \cos(\omega t) - 0,248 \text{ A} \cdot \cos(2\omega t) - 0,191 \text{ A} \cdot \cos(3\omega t) + \dots$
- $i(t) = 0,15 \text{ A} - 0,286 \text{ A} \cdot \sin(\omega t) - 0,191 \text{ A} \cdot \sin(3\omega t) - 0,057 \text{ A} \cdot \sin(5\omega t) + \dots$
- $i(t) = -0,6 \text{ A} - 0,286 \text{ A} \cdot \sin(\omega t) - 0,248 \text{ A} \cdot \sin(2\omega t) - 0,191 \text{ A} \cdot \sin(3\omega t) + \dots$

An die Stromquelle wird nun eine Kapazität von $10 \mu\text{F}$ mit Parallelwiderstand 5Ω angeschlossen.

c) Berechnen Sie die von der Quelle gelieferte Scheinleistung, Wirkleistung, Feldblindleistung, Verzerrungsblindleistung sowie den gesamten Leistungsfaktor. Für die Berechnung kann der letzte Term der gewählten Fourier-Reihe vernachlässigt werden.