



# Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 2

Studiengänge Mechatronik / Regenerative Energietechnik & Energieeffizienz

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	SoSe18	Name:			
Prüfungstermin:	21.7.2018	Vorname:			
Arbeitszeit:	120min	Matrikelnummer:			
Aufgabensteller:	Prof. Bruckmann, Prof. Chamonine, Prof. Horn, Prof. Unold	Studiengang:	O ME	O REE	
		Studiengruppe:	O a	O b	O w
		Raum:		Platz Nr.	

<b>Bemerkungen</b>
--------------------

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

### Zugelassene Hilfsmittel:

- selbstgeschriebene Formelsammlung
- mathematische 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. 7 Punkte)**

Gegeben sei ein Übertrager mit Eisenkern gemäß nachfolgender Skizze.

Inhomogenitäten und Streuung sind vernachlässigbar.

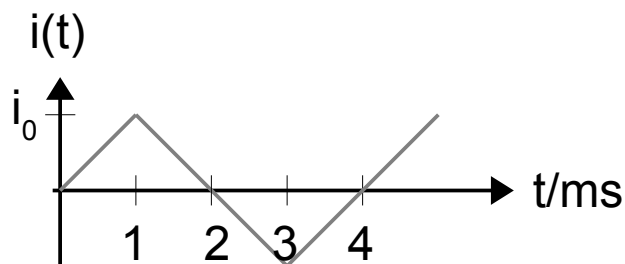
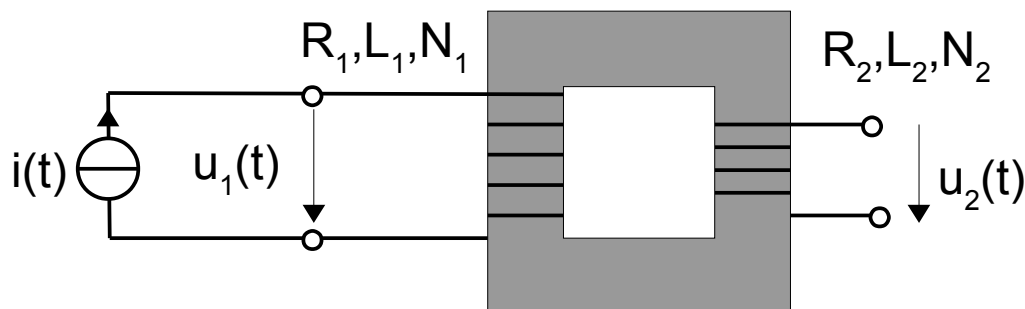
Die Spule 1 werde mit dem Strom  $i(t)$  beaufschlagt und es gelten folgende Werte:

$$i_0 = 100\text{mA}$$

$$\text{Spule 1: } N_1 = 1000, R_1 = 100\Omega, L_1 = 50\text{mH}$$

$$\text{Spule 2: } N_2 = 200, R_2 = 25\Omega$$

Die Spule 2 wird im Leerlauf betrieben.



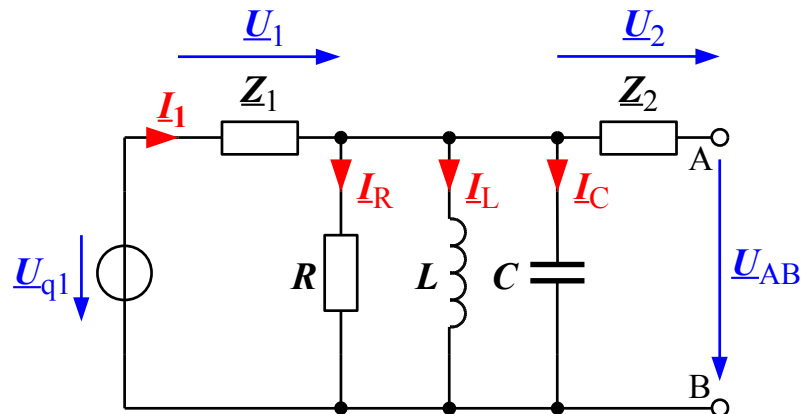
- a) Berechnen Sie die Maximal- und Minimalwerte der Spannungen  $u_1(t)$  und  $u_2(t)$ .  
Geben Sie dazu einen allgemeinen Ausdruck für die Spannung  $u_1(t)$  und  $u_2(t)$  an.
- b) Beurteilen Sie jede der folgenden Aussagen mit "wahr" oder "falsch". Jede der möglichen Antworten kann unabhängig von den anderen Möglichkeiten wahr oder falsch sein!  
Bewertung: Für jedes richtige Kreuz gibt es 0,5 Punkte, für jede falsche Antwort 0,5 Punkte Abzug!  
Nicht beantwortete Fragen werden nicht gewertet, die minimale Punktzahl ist 0 Punkte.

wahr falsch

- Der magnetische Fluss im Eisenkern hat einen dreieckförmigen Zeitverlauf.
- Die Spannung  $u_1(t)$  hat einen dreieckförmigen Zeitverlauf.
- Die Spannung  $u_2(t)$  hat einen rechteckförmigen Zeitverlauf.
- Der magnetische Widerstand des Eisenkerns ist Null.
- Der Kopplungsgrad zwischen den Spulen ist 0,9.
- Für doppeltes  $R_2$  (also  $R_2 = 50\Omega$ ) halbiert sich der Maximalwert von  $u_2(t)$ .

**Aufgabe 2 (ca. 11 Punkte)**

Gegeben ist folgende Schaltung.



- a) Beurteilen Sie jede der folgenden Aussagen mit "wahr" oder "falsch". Jede der möglichen Antworten kann unabhängig von den anderen Möglichkeiten wahr oder falsch sein!  
Bewertung: Für jedes richtige Kreuz gibt es 0,5 Punkte, für jede falsche Antwort 0,5 Punkte Abzug! Nicht beantwortete Fragen werden nicht gewertet, die minimale Punktzahl ist 0 Punkte.

wahr falsch

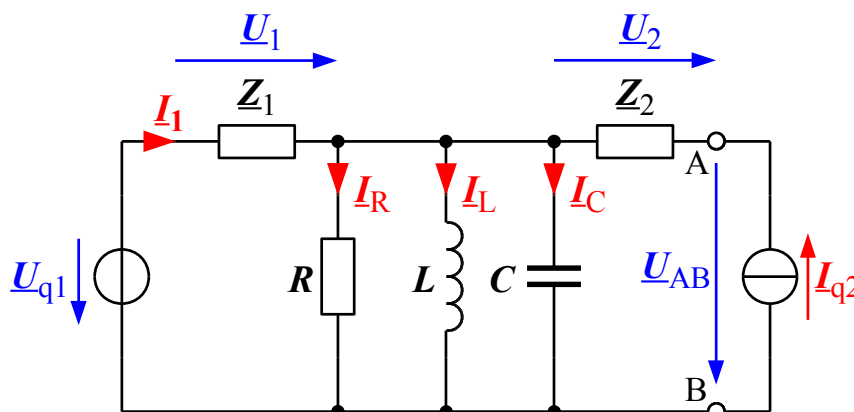
- Die Ströme  $\underline{I}_1$  und  $\underline{I}_R$  sind unabhängig der Bauteilwerte immer in Phase.
- Wenn die Klemmen A/B kurzgeschlossen werden, sinkt grundsätzlich der Betrag des Stromes  $\underline{I}_1$ .
- Unabhängig der Bauteilwerte gilt:  $\underline{U}_{q1} = \underline{U}_1 + \underline{U}_{AB}$ .
- Die Spannung  $\underline{U}_{AB}$  ändert sich nicht, wenn an die Klemmen A/B zusätzlich eine ideale Stromquelle  $\underline{I}_{q2} \neq 0$  angeschlossen wird.

Nun betragen die Bauteilwerte:

$$\underline{U}_{q1} = 100\text{V}, f = 1\text{kHz}, \underline{Z}_1 = 25\Omega e^{j80^\circ}, \underline{Z}_2 = 70\Omega e^{-j75^\circ}, R = 20\Omega, L = 5\text{mH}, C = 2\mu\text{F}.$$

- b) Berechnen Sie den Strom  $\underline{I}_1$ , den die ideale Spannungsquelle  $\underline{U}_{q1}$  liefert, sowie die Spannung  $\underline{U}_{AB}$  jeweils nach Real- und Imaginärteil. Wirkt die Schaltung bzgl. der idealen Spannungsquelle induktiv oder kapazitiv?

Nun wird an die Klemmen A/B zusätzlich eine ideale Stromquelle mit  $I_{q2} = 2A e^{j40^\circ}$  angeschlossen. Der Strom  $I_1$  bei Leerlauf an den Klemmen A/B betrage  $2,62A e^{-j55^\circ}$ .



- c) Berechnen Sie den neuen Wert des Stromes  $I_1$ .  
Hinweis: Verwenden Sie das Überlagerungsverfahren.
- d) Welche komplexen Leistungen werden in den beiden idealen Quellen umgesetzt?

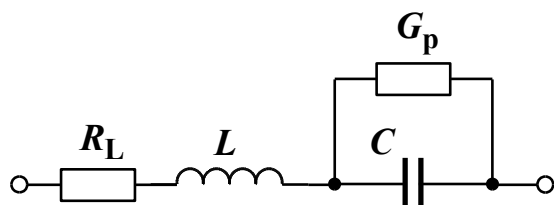
### **Aufgabe 3 (ca. 9 Punkte)**

Eine Spule mit Kupferwiderstand und ein verlustbehafteter Kondensator seien zu einem Reihenschwingkreis geschaltet.

Gegeben sei:

$$R_L = 100\text{m}\Omega, L = 10\text{mH}, G_p = 1\text{mS}, C = 330\text{nF}.$$

Hinweis: Aufgabenteile c) und d) können unabhängig von a) und b) bearbeitet werden.



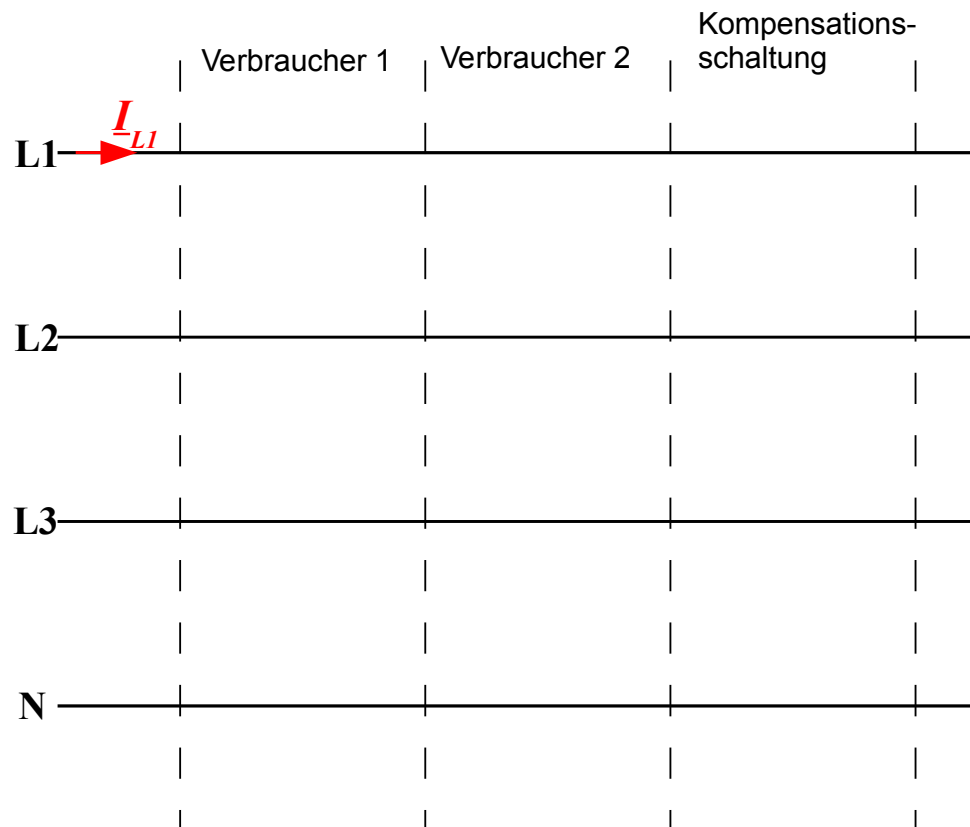
- a) Berechnen Sie die Resonanzkreisfrequenz  $\omega_r$  und geben Sie einen Ausdruck für  $\omega_r / \omega_0$  an, wobei  $\omega_0$  die Resonanzkreisfrequenz des Schwingkreises mit verlustfreiem Kondensator ist (also für  $G_p = 0$ ).
- b) Berechnen Sie den Widerstand  $Z(\omega_r)$  des Schwingkreises bei Resonanz.  
 Wie ändert sich  $Z(\omega_r)$  qualitativ, wenn der Leitwert  $G_p$  halbiert wird? Begründen Sie.

Nun sei der Schwingkreis an eine lineare Spannungsquelle angeschlossen. Die Resonanzfrequenz betrage nun  $f_r = 3\text{kHz}$  bei einer Bandbreite  $b = 500\text{Hz}$ .

- c) Berechnen Sie den Gütefaktor des resultierenden Schwingkreises.
- d) Berechnen Sie den reellen Innenwiderstand  $R_i$  der linearen Quelle.

**Aufgabe 4 (ca. 11 Punkte)**

Sie planen die Stromversorgung einiger Verbraucher für ein symmetrisches Dreiphasensystem. Die Sternspannung beträgt 240V, die Frequenz 60Hz.



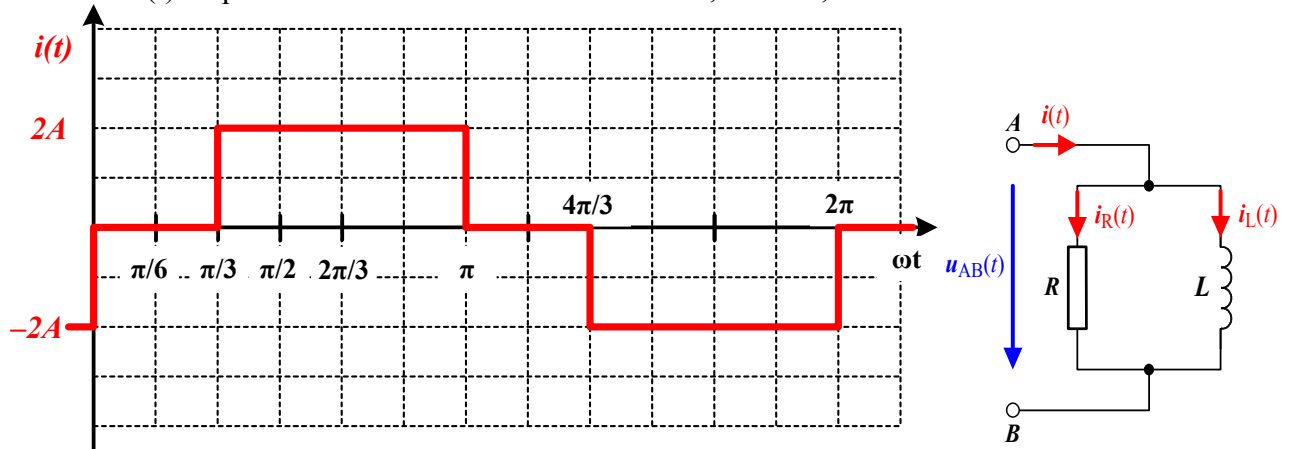
- a) Versorgt wird zuerst ein symmetrischer Verbraucher 1 in Dreieckschaltung. In jedem Strang des Verbrauchers befindet sich ein ohmscher Widerstand von  $1\Omega$  in Reihe mit einem Kondensator von  $150\mu\text{F}$ . Zeichnen Sie die Schaltung des Verbrauchers 1 in das vorbereitete Diagramm und berechnen Sie den Außenleiterstrom  $I_{L1}$ . Wie groß ist jeweils die gesamte Schein-, Wirk- und Blindleistung am Netzanschluss?
- b) Zusätzlich wird ein symmetrischer ohmsch-induktiver Verbraucher 2 in Sternschaltung an das Netz angeschlossen. Die Wirkleistung dieses Verbrauchers beträgt  $P_2 = 8348\text{W}$  und die Blindleistung beträgt  $Q_2 = 39222\text{var}$ . Zeichnen Sie zusätzlich die zweite Schaltung in das vorbereitete Diagramm. Wie groß sind nun die gesamte Schein- und Blindleistung am Netzanschluss?
- c) Die beiden Verbraucher sollen nun durch eine gemeinsame Kompensationseinrichtung auf  $\cos\varphi = 0,95$  (induktiv) kompensiert werden. Welche Bauteile und welche Kompensationsschaltung ist für eine möglichst niedrige Nennspannung der Kompensationsbauteile zu wählen? Zeichnen Sie diese Kompensationsschaltung in das Schaltbild.

Die Netzfrequenz beträgt nun 50Hz. Verbraucher 1 und die Leistungen von Verbraucher 2 bleiben unverändert. Die Kompensation soll weiterhin auf  $\cos\varphi = 0,95$  (induktiv) gewährleistet werden.

- d) Werden die Kompensationsbauteilwerte größer oder kleiner als in Punkt c) ausfallen? Begründen Sie!

**Aufgabe 5 (ca. 11 Punkte)**

Eine R-L-Parallelschaltung liegt an einer gepulsten idealen Stromquelle  $i(t)$ . Der Strom  $i(t)$  ist periodisch. Bekannt sind:  $\omega = 300 \text{ s}^{-1}$ ,  $R = 1\Omega$ ,  $L = 2\text{mH}$ .



- a) Bestimmen Sie den exakten Effektivwert  $I_{\text{eff}}$  des Stroms.
- b) Welche der folgenden Fourier-Reihen beschreibt den Strom  $i(t)$ ? Begründen Sie ihre Wahl.
- $i(\omega t) = 2 \text{ A} + 2,204 \text{ A} \cdot \sin\{\omega t\} + 0,442 \text{ A} \cdot \sin\{5\omega t\} + 0,314 \text{ A} \cdot \sin\{7\omega t\} + \dots$
- $i(\omega t) = 0 \text{ A} - 2,204 \text{ A} \cdot \sin\left\{\omega t + \frac{\pi}{6}\right\} + 0,442 \text{ A} \cdot \sin\left\{5\omega t + \frac{5\pi}{6}\right\} + 0,314 \text{ A} \cdot \sin\left\{7\omega t + \frac{7\pi}{6}\right\} + \dots$
- $i(\omega t) = 2 \text{ A} + 2,204 \text{ A} \cdot \cos\left\{\omega t + \frac{\pi}{6}\right\} + 0,442 \text{ A} \cdot \cos\left\{5\omega t + \frac{5\pi}{6}\right\} + 0,314 \text{ A} \cdot \cos\left\{7\omega t + \frac{7\pi}{6}\right\} + \dots$
- $i(\omega t) = 0 \text{ A} + 2,204 \text{ A} \cdot \sin\left\{\omega t - \frac{\pi}{6}\right\} - 0,442 \text{ A} \cdot \sin\left\{5\omega t - \frac{5\pi}{6}\right\} + 0,314 \text{ A} \cdot \sin\left\{7\omega t - \frac{7\pi}{6}\right\} + \dots$
- $i(\omega t) = 0 \text{ A} + 2,204 \text{ A} \cdot \cos\left\{\omega t - \frac{\pi}{6}\right\} + 0,442 \text{ A} \cdot \cos\left\{5\omega t - \frac{\pi}{6}\right\} + 0,314 \text{ A} \cdot \cos\left\{7\omega t - \frac{\pi}{6}\right\} + \dots$
- c) Bestimmen Sie den Effektivwert des Stroms näherungsweise aus der gewählten Fourier-Reihe. (Bis zur 7. Harmonischen.)
- d) Ermitteln Sie die Fourier-Reihe der Spannung  $u_{\text{AB}}(t)$  unter Berücksichtigung der Harmonischen bis zur 7. Ordnung. Welche Scheinleistung  $S$  ergibt sich mit den gegebenen Harmonischen?