



## Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 2

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

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	SoSe 2017	Name:			
Prüfungstermin:	08.07.2017	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

<b>Bemerkungen</b>	Viel Erfolg! ☺
--------------------	----------------

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

### Zugelassene Hilfsmittel:

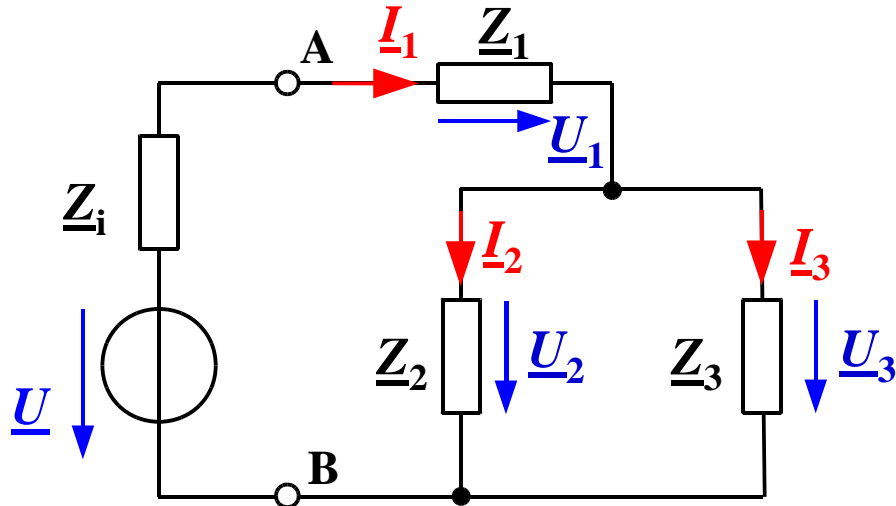
- selbstgeschriebene Formelsammlung
- Fakultätstaschenrechner Casio FX-991

### 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 2 (ca. 12 Punkte)

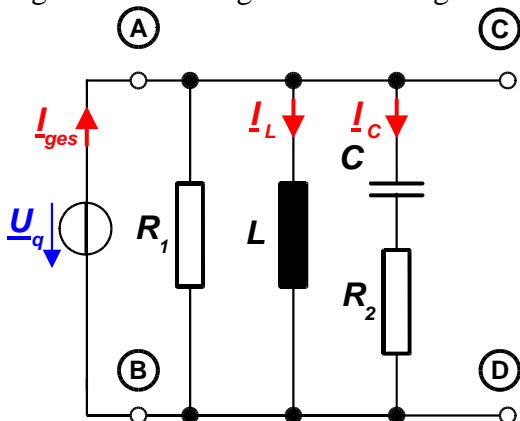
Gegeben ist folgende Schaltung. Bekannt sind  $\underline{Z}_1 = (10 + j6)\Omega$ ,  $\underline{Z}_2 = (24 - j7)\Omega$ ,  $\underline{Z}_3 = (15 + j20)\Omega$ ,  $\underline{U} = 120\text{V}$ . Zunächst gilt  $\underline{Z}_i = 0\Omega$ .



- Berechnen Sie die Zweigströme  $\underline{I}_1$  und  $\underline{I}_2$ .
- Berechnen Sie die Wirk- ( $P_{\text{ges}}$ ,  $P_2$ ) und Blindleistungen ( $Q_{\text{ges}}$ ,  $Q_2$ ) des gesamten Netzwerkes und des Zweigs 2.
- Konstruieren Sie ein maßstäbliches Zeigerdiagramm aller Spannungen und Ströme. Maßstab:  $1\text{cm} = 10\text{V}$ ,  $1\text{cm} = 0,5\text{A}$ .
- Welchen Wert muss der komplexe Innenwiderstand der Quelle  $\underline{Z}_i$  haben, damit Wirkleistungsanpassung erreicht wird? Welche Wirkleistung wird dann in dem Netzwerk rechts der Klemmen A/B umgesetzt?

### Aufgabe 3 (ca. 13 Punkte)

Gegeben ist die folgende Schaltung.

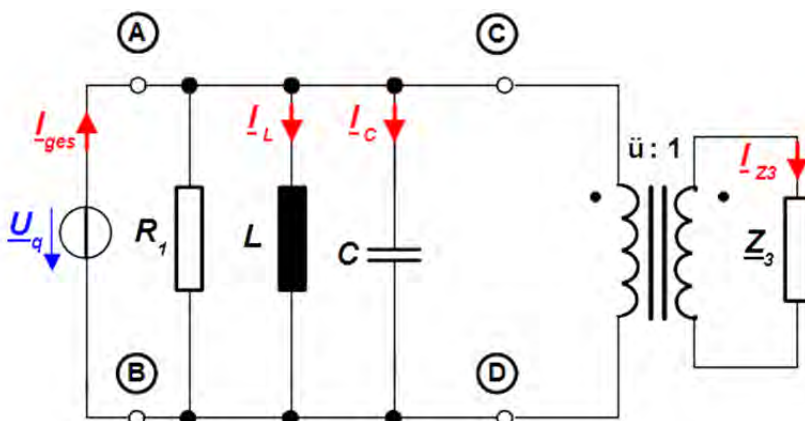


Die Bauelementwerte sind:  $R_1 = 1\text{k}\Omega$ ,  $L = 10\text{mH}$ ,  $C = 1\mu\text{F}$ ,  $R_2 = 55\ \Omega$ ,  $U_q = 14\text{V}$ .

Die Aufgabenteile d), e) können unabhängig von den vorigen Teilen (a – c) gelöst werden.

- Ermitteln Sie den komplexen Leitwert (dargestellt als Real- und Imaginärteil) der Schaltung rechts der Klemmen A/B sowie die Resonanzkreisfrequenz  $\omega_r$  als Funktion der Bauelementwerte. Berechnen Sie den Wert der Resonanzkreisfrequenz.
- Wie groß ist die relative Abweichung  $\Delta\omega_r/\omega_0$  der berechneten Kreisfrequenz von dem Wert  $\omega_0$ , der sich bei einem idealen Parallelschwingkreis mit  $R_2 = 0\ \Omega$  ergeben würde?
- Wie muss der Widerstand  $R_2$  verändert werden, damit diese Abweichung 10% beträgt?

Nun wird an den Klemmen C/D ein idealer Transformator mit dem Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u}$  angeschlossen, der Widerstand  $R_2$  habe nun den Wert  $0\ \Omega$ .



- Zuerst gelte:  $Z_3 = 10\ \Omega$ . Wie groß muss das Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u}$  sein, damit bei Resonanz der doppelte Strom  $I_{\text{ges}}$  fließt im Vergleich zu dieser Schaltung ohne angeschlossenen Transformator?
- Nun besteht  $Z_3$  aus einer idealen Induktivität  $L_3 = 10\text{mH}$  (das Übersetzungsverhältnis bleibe wie bei d)). Welche Resonanzfrequenz hat dann die gesamte Schaltung? Falls Sie kein Ergebnis bei d) erhalten haben, nehmen Sie  $\ddot{u} = 20$  an.

#### **Aufgabe 4 (ca. 14 Punkte)**

Gegeben ist eine symmetrische Drehstromlast in Dreieckschaltung, angeschlossen an das venezuelanische Drehstromnetz mit 120/208V und 60Hz. Das Serienerersatzschaltbild eines Strangs der Last besitzt die Werte  $R = 20\Omega$ ,  $L = 40\text{mH}$ .

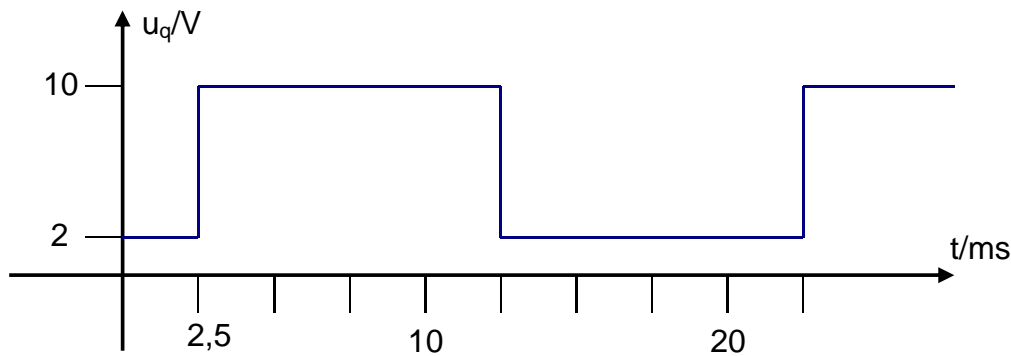
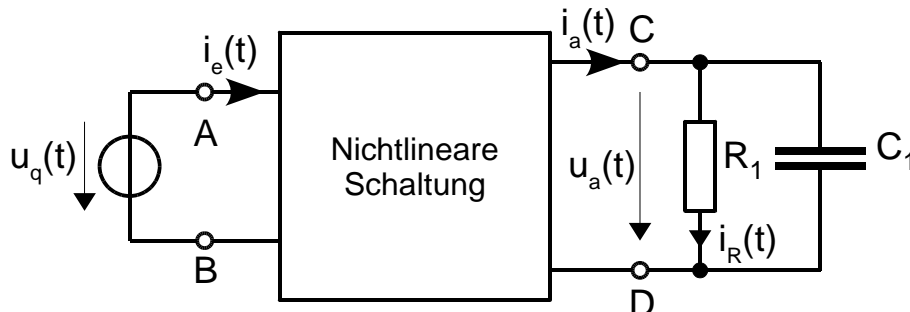
- a) Bestimmen Sie die gesamte von der Last aufgenommene Wirk- und Blindleistung sowie den Leistungsfaktor. Welchen Wert zeigt ein Ampere-Meter im Außenleiter 2?
- b) Bestimmen Sie die Bauteilwerte für eine Kompensationsschaltung auf einen Leistungsfaktor  $\lambda = 0,95$  (induktiv), wenn eine maximale Spannung von 120V an den Kompensationsbauteilen auftreten darf. Zeichnen Sie die Ersatzschaltung der Last inklusive Kompensationsschaltung. Wie groß ist nun der Effektivwert des Stromes im Außenleiter 2 am Netzanschluss?

In den nachfolgenden Aufgabenteilen ist die Kompensationsschaltung aus Aufgabenteil b) vorhanden.

- c) Bestimmen Sie den komplexen Strom  $\underline{I}_2$  in Außenleiter 2 am Netzanschluss nach Real- und Imaginärteil unter der Annahme, dass die Außenleiterspannung  $\underline{U}_{31}$  nullphasig ist.
- d) Nun sinkt der Wirkwiderstand  $R$  in allen Strängen auf  $0,5\Omega$ . Welchen Leistungsfaktor besitzt die kompensierte Gesamtschaltung nun?

### Aufgabe 5 (ca. 12 Punkte)

Eine ideale Spannungsquelle sei an eine nichtlineare Schaltung angeschlossen und liefere eine periodische Quellenspannung  $u_q(t)$  gemäß dem gegebenen Diagramm.



a) Bestimmen Sie die Grundfrequenz  $f_1$ , den Gleichanteil  $U_0$  und den Effektivwert  $U_q$  von  $u_q(t)$ .

b) Geben Sie die Fourier-Reihe von  $u_q(t)$  bis zur 3. Harmonischen mit Zahlenwerten an.

Für die folgenden Teilaufgaben sei die Spannung  $u_q(t)$  sinusförmig:

$$u_q(t) = 2V \sin(\omega t), \text{ mit } \omega = 314 \text{ s}^{-1}$$

Der Eingang der nichtlinearen Schaltung (Klemmen A/B) entnimmt dieser Spannungsquelle einen Strom  $i_e(t)$ :

$$i_e(t) = 10A \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) + 5A \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) + 2A \cdot \sin(3\omega_1 \cdot t) + 0,5A \cdot \sin(5\omega_1 \cdot t) \text{ mit } \omega_1 = 314 \text{ s}^{-1}.$$

c) Berechnen Sie die Scheinleistung  $S$ , die Wirkleistung  $P$  und die Verzerrungsleistung  $D$ , die der Spannungsquelle entnommen werden.

Der Strom  $i_a(t)$  werde in die Parallelschaltung aus einem Kondensator ( $C_1 = 1\mu\text{F}$ ) und einem ohmschen Widerstand ( $R_1 = 1\text{k}\Omega$ ) am Ausgang des nichtlinearen Netzwerkes (Klemmen C/D) eingepreßt und sei durch seine Fourier-Reihe gegeben:

$$i_a(t) = 2A \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) + 0,5A \cdot \cos(2\omega_1 \cdot t) + 0,1A \cdot \cos(3\omega_1 \cdot t) \text{ mit } \omega_1 = 1000 \text{ s}^{-1}.$$

d) Geben Sie die Amplituden der Fourier-Reihe des Stromes durch den Widerstand  $i_R(t)$  an.