



Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 2

Studiengang Mechatronik

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	WiSe16/17	Name:			
Prüfungstermin:	08.02.2017	Vorname:			
Arbeitszeit:	120min	Matrikelnummer:			
Aufgabensteller:	Prof. Bruckmann, Prof. Chamonine, Prof. Horn, Prof. Unold	Studiengang:	O ME		
		Studiengruppe:	O a	O b	O w
		Raum:		Platz Nr.	

Bemerkungen

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

Zugelassene Hilfsmittel:

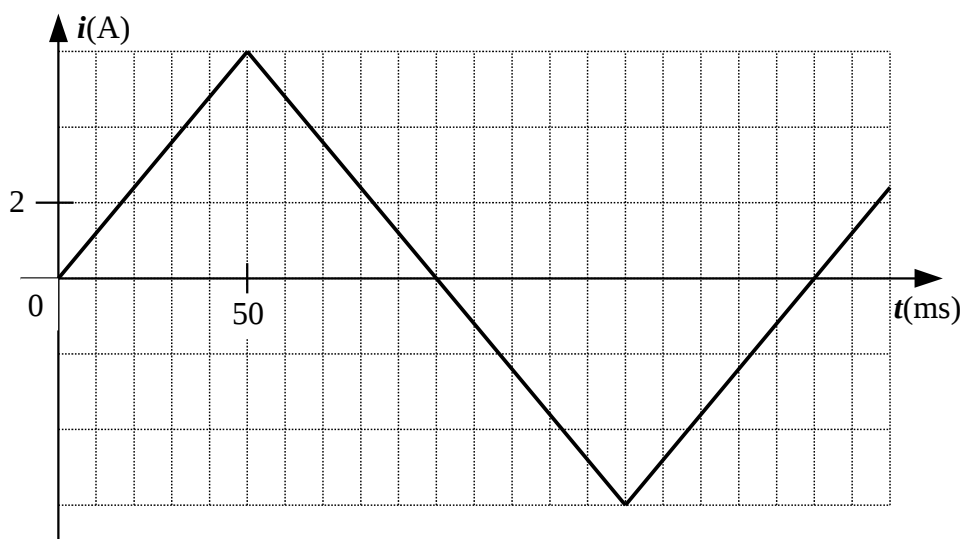
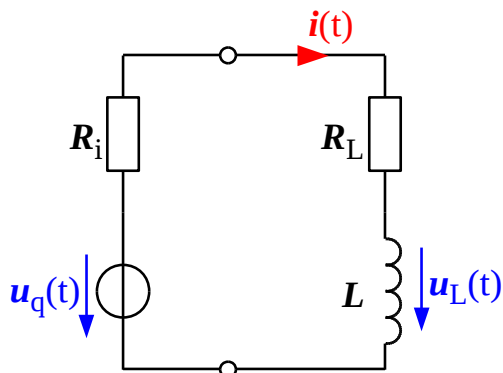
- selbstgeschriebene Formelsammlung
- Fakultätstaschenrechner Casio FX-991

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. 6 Punkte)

In einer realen Spule soll mit Hilfe einer realen Spannungsquelle ein dreieckförmiger Strom laut Diagramm erzeugt werden. Die Bauteilwerte sind gegeben mit: $R_i = 1\Omega$, $R_L = 1\Omega$, $L = 100\text{mH}$.



Bestimmen Sie den dafür nötigen Spannungsverlauf der idealen Quelle $u_q(t)$, indem Sie wie folgt vorgehen:

- Zeichnen Sie den Spannungsverlauf $u_L(t)$ an der idealen Induktivität.
- Zeichnen Sie $u_q(t)$ und bestimmen Sie den Maximalwert.

Aufgabe 2 (ca. 14 Punkte)

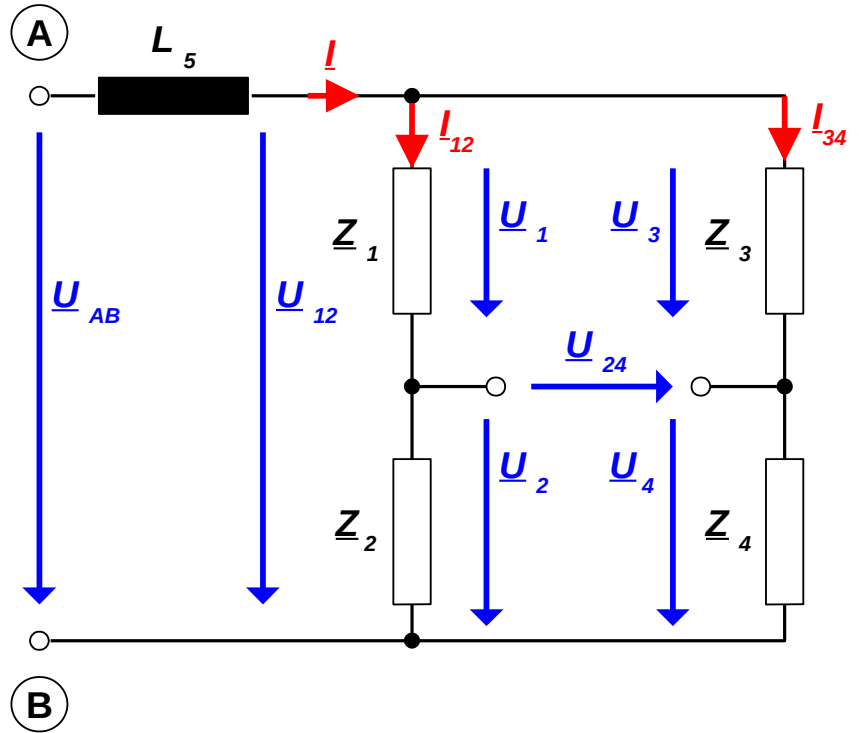
Gegeben ist die folgende Schaltung sowie ein Teil des zugehörigen Zeigerdiagramms.

(Maßstab: 60V/Einheit und 6A/Einheit)

Es soll im Folgenden vervollständigt werden. Es gilt:

$\underline{U}_{12} = 500V, \underline{I} = 25A, f = 282Hz.$

a) Entnehmen Sie \underline{U}_2 dem Zeigerdiagramm und ermitteln Sie \underline{U}_1 . Bestimmen Sie den Winkel zwischen \underline{U}_2 und \underline{U}_1 . Mit welchen idealen konzentrierten Bauelementen können \underline{Z}_1 und \underline{Z}_2 realisiert werden? Begründen Sie und geben Sie deren Werte an.



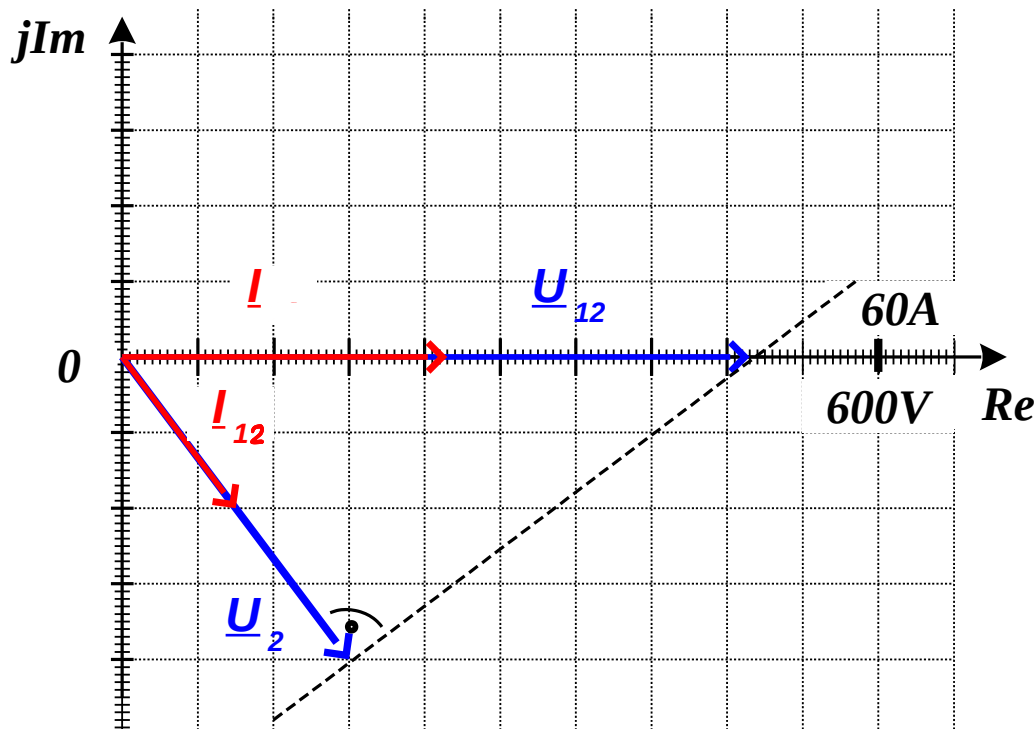
b) Ermitteln Sie den Strom \underline{I}_{34} und zeichnen Sie diesen in das Diagramm ein.

c) Die Spannung \underline{U}_4 soll den selben Betrag haben wie \underline{U}_1 und \underline{U}_3 um 90° voreilen. Vervollständigen Sie dazu das Zeigerdiagramm der Spannungen und geben Sie die Werte von \underline{Z}_3 und \underline{Z}_4 an.

d) Ermitteln Sie die Spannung \underline{U}_{24} und zeichnen Sie diese in das Diagramm ein.

Hinweis: Aufgabe e) ist unabhängig von den anderen Aufgabenteilen lösbar.

e) Welchen Wert muss die Induktivität L_5 haben, damit bei $\underline{U}_{AB} = 600V$ ein nullphasiger Strom \underline{I} von 25A fließt? Geben Sie für diesen Fall den Phasenwinkel der Spannung \underline{U}_{AB} an.

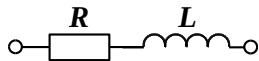


Aufgabe 3 (ca. 9 Punkte)

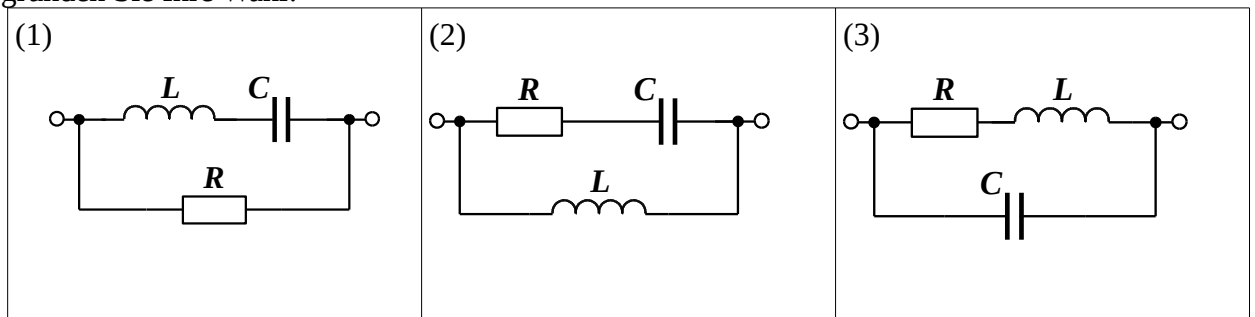
An einer realen Spule wurden für verschiedene Frequenzen folgende Werte des komplexen Widerstandes nach Betrag und Phase bestimmt:

Frequenz (kHz)	0	1	5	15	20	25
Scheinwiderstand (kΩ)	0,1	1	6	53	62	23
Phase (°)	0	82	87	81	-83	-88

- a) Bestimmen Sie die Induktivität L und den Gesamt-Verlustwiderstand R bei $f = 1\text{kHz}$ sowie 5kHz unter Annahme eines einfachen Serienschaltbildes:

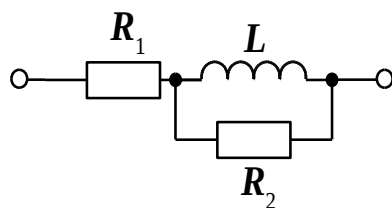


- b) Welches der folgenden Ersatzschaltbilder beschreibt die Messungen am Besten? Begründen Sie Ihre Wahl!



- c) Welcher Effekt tritt zwischen 15 und 20 kHz auf? Wodurch könnte die Kapazität in der realen Spule verursacht werden?

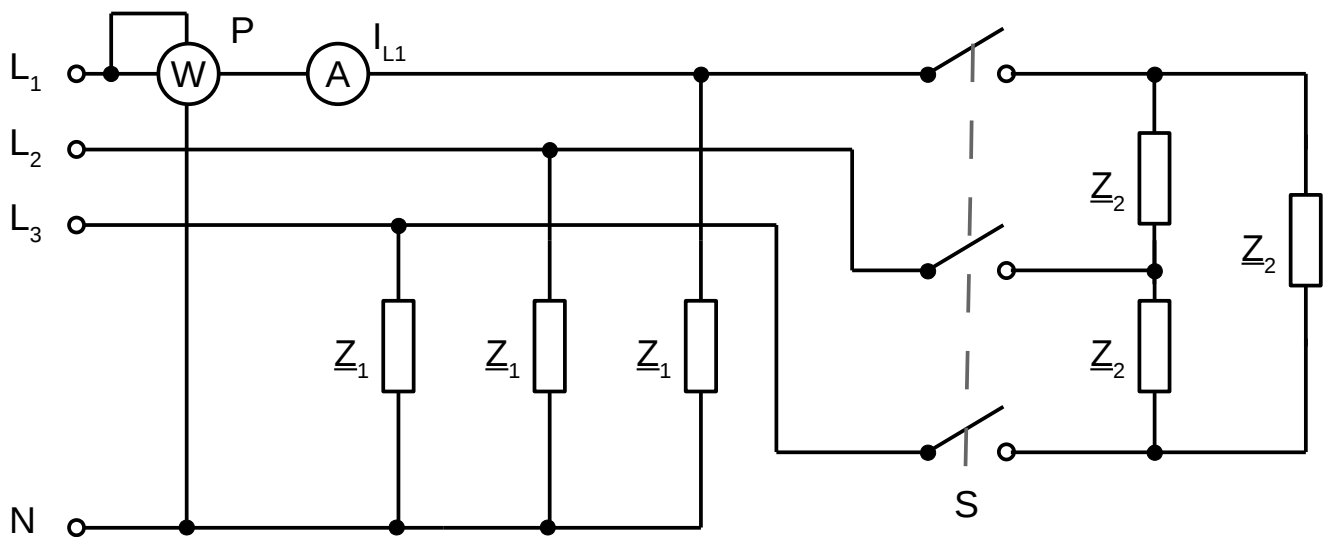
Ab nun gilt folgendes Ersatzschaltbild:



- d) Welche physikalischen Effekte werden durch die beiden Ohm'schen Widerstände abgebildet? Erläutern Sie, warum sich die Verluste der Spule mit der Frequenz ändern.

Aufgabe 4 (ca. 12 Punkte)

Gegeben sei ein 400/230V, 50Hz Dreiphasensystem gemäß folgender Schaltung.



Hinweis: Alle Teilaufgaben können unabhängig voneinander gelöst werden.

Zunächst sei der Schalter S geöffnet und \underline{Z}_1 sei ohmsch-induktiv.

a) Die Messgeräte liefern die Werte $P = 563,5\text{W}$ und $I_{L1} = 5,77\text{A}$.

Berechnen Sie den Widerstandswert \underline{Z}_1 , sowie die gesamte Wirkleistung P_{ges} , Blindleistung Q_{ges} und Scheinleistung S_{ges} , welche die Schaltung aufnimmt.

Nun wird der Schalter S geschlossen und damit die Widerstände \underline{Z}_2 dazu geschaltet.

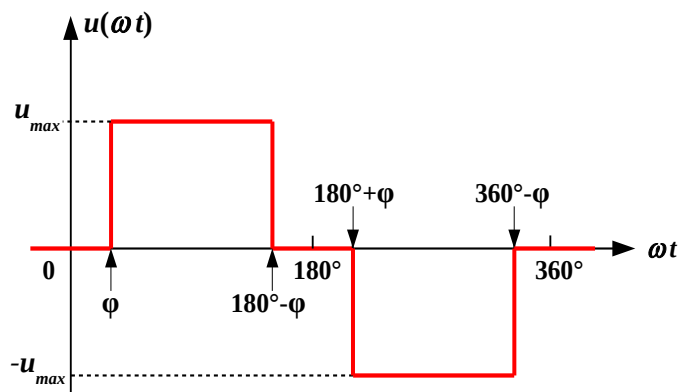
Nun gelte $\underline{Z}_1 = 25\Omega + j43,3\Omega$ und $\underline{Z}_2 = 42,4\Omega - j42,4\Omega$.

b) Berechnen Sie den Wert P , den das Messgerät nun anzeigt, sowie die gesamte Wirkleistung P_{ges} und die gesamte Blindleistung Q_{ges} , welche die Schaltung aufnimmt.

c) \underline{U}_{1N} sei nullphasig: Berechnen Sie den komplexen Außenleiterstrom \underline{I}_{L1} .

Aufgabe 5 (ca. 13 Punkte)

Eine Spannungsquelle liefert periodische Pulsfolgen mit dem dargestellten Muster bei einer Periodendauer von $T = 50\text{ms}$ und $u_{\max} = 10\text{V}$. Es gilt zuerst $\varphi = 30^\circ$.



- a) Berechnen Sie den exakten Effektivwert des zeitlichen Spannungsverlaufs und geben Sie die Kreisfrequenz ω an.
- b) Welche der unten angegebenen Fourier-Reihen für die Spannung $u(t)$ ist richtig?
Zu dieser Frage gibt es nur eine richtige Antwort. Markieren Sie die Antwort mit einem Kreuz.
Begründen Sie Ihre Wahl.
- $u(t) = 5\text{V} + 11,03\text{V} \cdot \sin(125,66\text{t/s}) - 2,21\text{V} \cdot \sin(628,3\text{t/s}) + \dots$
 - $u(t) = 11,03\text{V} \cdot \cos(125,66\text{t/s}) - 2,21\text{V} \cdot \cos(628,3\text{t/s}) + \dots$
 - $u(t) = 11,03\text{V} \cdot \sin(125,66\text{t/s}) - 2,21\text{V} \cdot \sin(628,3\text{t/s}) + \dots$
 - $u(t) = 11,03\text{V} \cdot \sin(100\text{t/s}) - 2,21\text{V} \cdot \sin(500\text{t/s}) + \dots$
 - $u(t) = 11,03\text{V} \cdot \sin(125,66\text{t/s}) + 11,03\text{V} \cdot \cos(628,3\text{t/s}) + \dots$
- c) Die Spannung aus der Teilaufgabe b) wird nun an einen komplexen Widerstand $\underline{Z} = 10\Omega + j\omega \cdot 0,03\text{H}$ gelegt. Es werden nur die Harmonischen bis einschließlich der 5. Ordnung betrachtet. Wie groß sind ihre Strom-Effektivwerte? Wie groß ist die Wirkleistung P , die von diesen Harmonischen umgesetzt wird?
- d) Welches konzentrierte Bauteil muss zusätzlich in Reihe mit \underline{Z} geschaltet werden, damit die 5. Harmonische des Stromes $i(t)$ in Phase mit der 5. Harmonischen der Spannung $u(t)$ ist? Wie groß ist der Wert dieses Bauteils?

Hinweis: Aufgabe e) ist unabhängig von den anderen Aufgabenteilen lösbar.

- e) Nun ist der Winkel φ beliebig einstellbar. Welche Formel für den exakten Effektivwert des zeitlichen Spannungsverlaufs ist richtig?
- $U_{\text{eff}} = 10\text{V} \cdot \sqrt{(180^\circ - \varphi)/180^\circ}$
 - $U_{\text{eff}} = 10\text{V} \cdot [(90^\circ - \varphi)/90^\circ]$
 - $U_{\text{eff}} = 10\text{V} \cdot \sqrt{(90^\circ - \varphi)/\varphi}$
 - $U_{\text{eff}} = 10\text{V} \cdot \sqrt{(90^\circ - \varphi)/90^\circ}$
 - $U_{\text{eff}} = 10\text{V} \cdot \sqrt{2 \cdot (90^\circ - \varphi)/\pi}$

Aufgabe 6 (ca. 8 Punkte)

Gegeben ist ein Transformator mit der Leerlaufspannungsübersetzung $\ddot{u} = 4$.

Wird der Transformator bei sekundärseitigem Leerlauf betrieben, so werden mit als ideal anzunehmenden Messgeräten an der Primärseite folgende Werte gemessen:

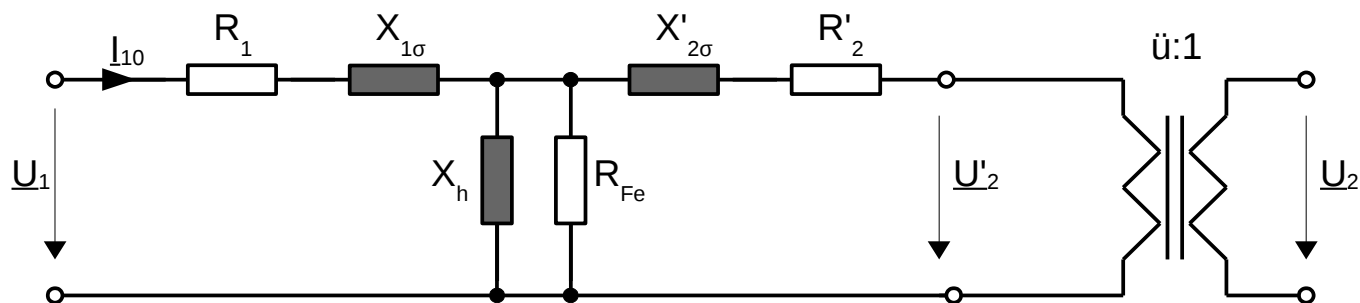
$$U_{10} = 230\text{V und } I_{10} = 2\text{A, } P_{10} = 150\text{W}$$

Wird der Transformator bei sekundärseitigem Kurzschluss betrieben, so werden folgende Werte an der Primärseite gemessen (wiederum mit als ideal anzunehmenden Messgeräten):

$$U_{1K} = 28\text{V und } I_{1K} = 10\text{A, } P_{1K} = 200\text{W}$$

Für den Transformator werde folgendes Ersatzschaltbild angenommen und es gelten folgende Beziehungen

$$X_h, R_{Fe} \ll X_{1\sigma}, R_1; R_1 = R'_2; X_{1\sigma} = X'_{2\sigma}$$



- Geben Sie unter Berücksichtigung der oben angegebenen Beziehungen ein vereinfachtes Ersatzschaltbild des Transformators bei sekundärseitigem Leerlauf an und berechnen Sie die Größen X_h und R_{Fe} .
- Geben Sie ein vereinfachtes Ersatzschaltbild an, wenn der Transformator bei sekundärseitigem Kurzschluss betrieben wird und berechnen Sie die Größen $X_{1\sigma}$ und R_1 .
- Berechnen Sie den ohmschen Widerstand R_2 und den Streublindwiderstand $X_{2\sigma}$ der Sekundärwicklung.