



Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 2

Studiengänge Mechatronik, Regenerative Energien und Energieeffizienz, Regenerative Energietechnik und Energieeffizienz

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	SoSe16	Name:			
Prüfungstermin:	09.07.2016	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.	

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.

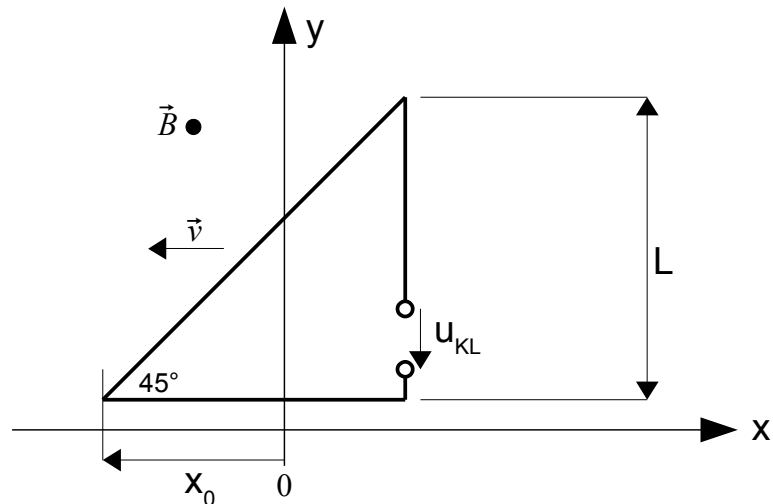
Aufgabe 1 (ca. 5 Punkte)

Eine Leiterschleife habe die Form eines rechtwinkligen und gleichschenkligen Dreiecks, dessen Katheten jeweils die Länge $L = 10\text{cm}$ haben.

Das Dreieck werde mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \cdot (-\vec{e}_x)$ entlang der x -Achse eines Koordinatensystems verschoben.

Im Bereich $x < 0$ befinde sich ein homogenes Magnetfeld in z -Richtung $\vec{B} = 1 \text{ mT} \cdot \vec{e}_z$.

Die Position einer Ecke der Leiterschleife entlang der x -Achse werde mit x_0 bezeichnet.



Zum Zeitpunkt $t = 0$ gelte $x_0 = 0$ und zum Zeitpunkt t_1 sei $x_0 = -L$

- Berechnen Sie den Zeitpunkt t_1 .
- Berechnen Sie die Klemmenspannung $u_{\text{KL}}(t)$ für $0 < t < t_1$.

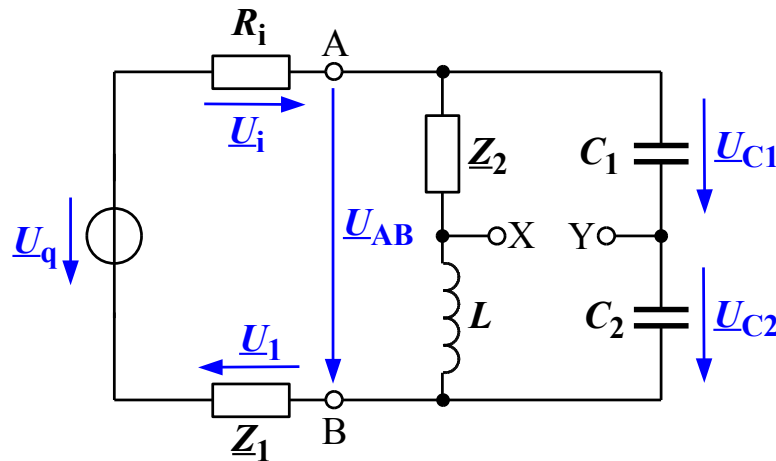
Zum Zeitpunkt t_1 werde die lineare Bewegung schlagartig beendet. Stattdessen rotiere die Leiterschleife um die y -Achse. Dabei sei die Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{2\pi}{5\text{s}}$.

- Skizzieren Sie qualitativ die Klemmenspannung $u_{\text{KL}}(t)$ für $0 < t < 10\text{s}$.

Aufgabe 2 (ca. 11 Punkte)

Gegeben ist folgende Wechselstromschaltung mit den Bauteilwerten:

$R_i = 10\Omega$, $Z_1 = 50\Omega e^{j80^\circ}$, $Z_2 = (50 - j90)\Omega$, $L = 15\text{mH}$, $C_1 = 3\mu\text{F}$, $C_2 = 7\mu\text{F}$. Der Effektivwert der Spannungsquelle beträgt 15V, die Kreisfrequenz $\omega = 6000/\text{s}$.



a) Bestimmen Sie den komplexen Leitwert der Schaltung rechts der Klemmen A/B nach Betrag und Phase.

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. Minimale Punktzahl ist 0 Punkte.

wahr falsch

- Der Strom durch die Induktivität L und die Spannung \underline{U}_{AB} sind in Phase.
- Wenn an den Klemmen A/B ein weiterer komplexer Widerstand angeschlossen wird, steigt in jedem Fall der Effektivwert des Stromes, den die ideale Quelle liefert.
- Die Spannung an C_1 ist in Phase mit der Spannung an C_2 .
- Die Summe aus \underline{U}_i und \underline{U}_1 ist Null.

c) Konstruieren Sie ein qualitatives Zeigerdiagramm aller auftretenden Ströme und aller in der Schaltung eingezeichneten Spannungen. Wählen Sie \underline{U}_q als Bezugsgröße nullphasig und kennzeichnen Sie Maschen- und Knotensätze sowie besondere Winkel.

d) Wie ändert sich der Strom der idealen Quelle, wenn an den Klemmen X/Y eine zusätzliche ideale Kapazität angeschlossen wird? Begründen Sie!

Aufgabe 3 (ca. 11 Punkte)

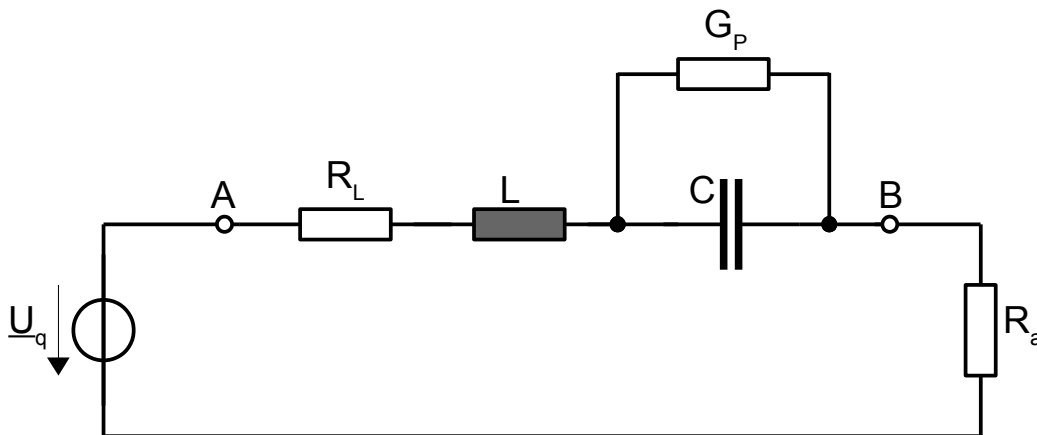
Ein verlustbehafteter Schwingkreis sei mit einem Lastwiderstand R_a an eine ideale Wechselspannungsquelle angeschlossen.

Zunächst sei $G_P = 0$ und die Anordnung befinde sich in Resonanz.

Weiterhin gelten folgende Werte:

$L = 330\mu\text{H}$, $C = 39\text{pF}$, $R_a = 1\text{k}\Omega$, $U_q = 5\text{V}$

Dämpfungsfaktor der Spule bei Resonanz: $d_L = 0,04$



a) Berechnen Sie die Resonanzfrequenz f_0 des Schwingkreises.

b) Berechnen Sie den Kupferwiderstand R_L der Spule.

Nun gelte für den Kupferwiderstand der Spule $R_L = 120\Omega$.

c) Berechnen Sie die Bandbreite b der Anordnung (in der Einheit Hz).

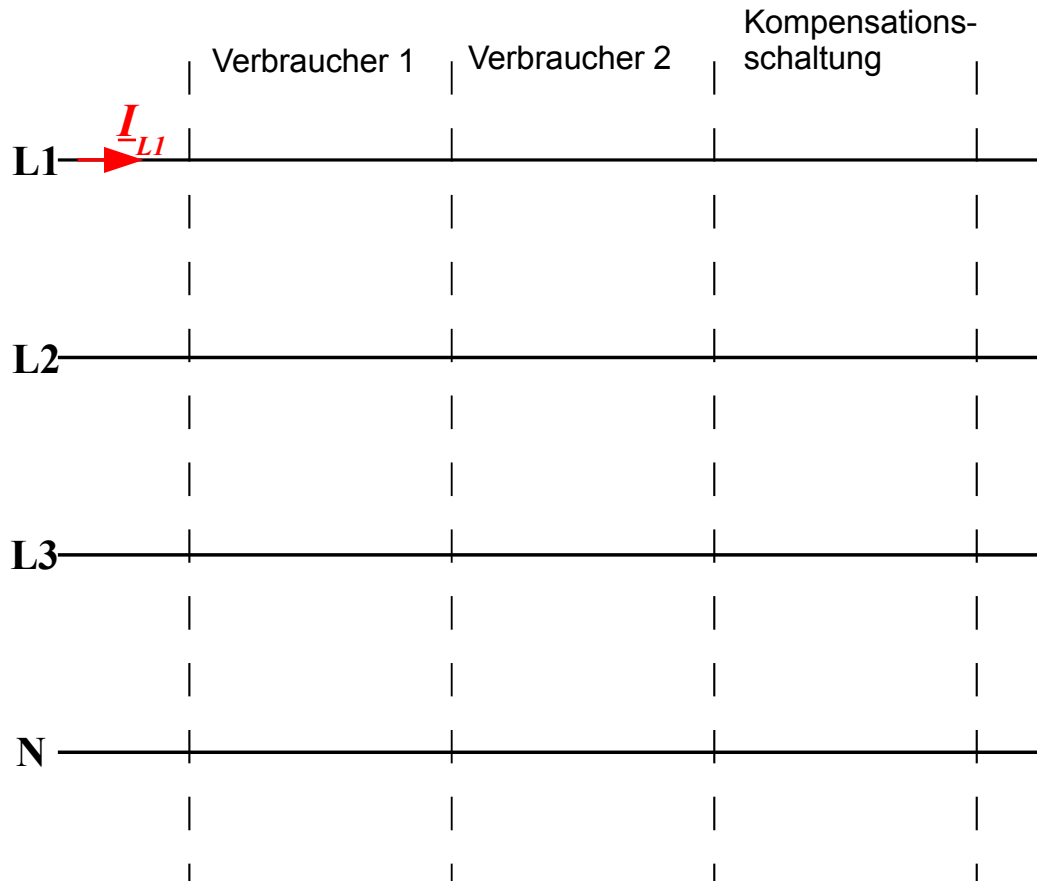
d) Berechnen Sie für Resonanz die Spannung über dem Kondensator und die Spannung über den Klemmen A und B.

Nun sei $G_P = 6,88\mu\text{S}$.

e) Leiten Sie eine Gleichung für die Resonanzkreisfrequenz ω_r als Funktion der Bauelementwerte her. Um wieviel Promille verschiebt sich die Resonanzfrequenz des Schwingkreises gegenüber der Teilaufgabe a)?

Aufgabe 4 (ca. 13 Punkte)

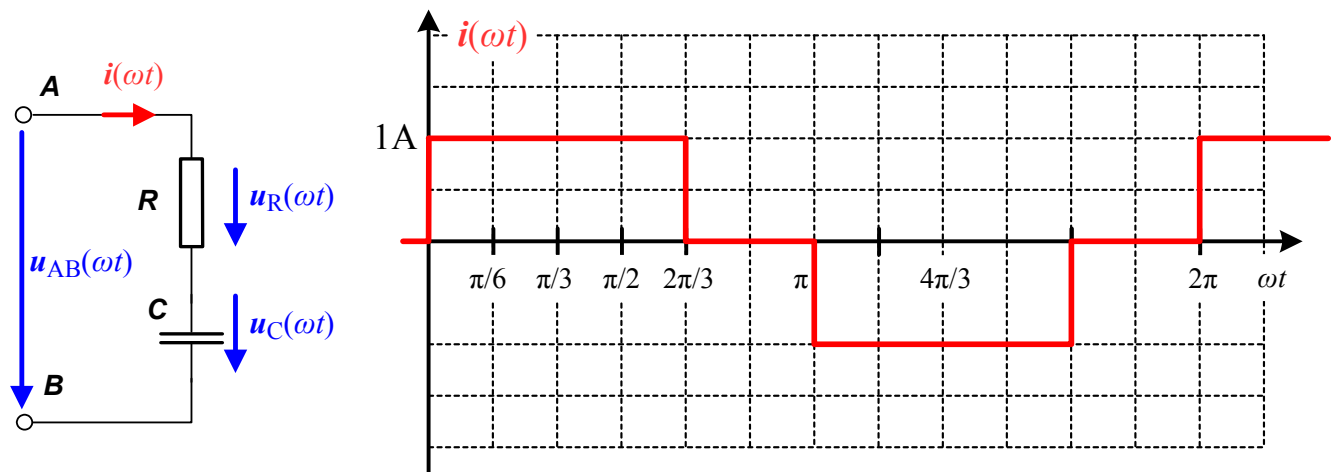
Gegeben ist ein symmetrisches Drehstromnetz 400V/50Hz. Angeschlossen ist ein symmetrischer Verbraucher 1 in Dreieckschaltung. In jedem Strang des Verbrauchers 1 befindet sich ein ohmscher Widerstand von 50Ω in Reihe mit einem Kondensator von $84\mu\text{F}$.



- Zeichnen Sie die Schaltung des Verbrauchers 1 in das vorbereitete Diagramm und berechnen Sie den Strangstrom $I_{\text{Str}1}$ und den Außenleiterstrom I_{L1} . Wie groß sind Schein-, Wirk- und Blindleistung am Netzanschluss?
- Zusätzlich wird nun ein symmetrischer ohmsch-induktiver Verbraucher 2 in Sternschaltung an das Netz angeschlossen. Die Wirkleistung dieses Verbrauchers beträgt $P_2 = 4141\text{W}$ und die Blindleistung beträgt $Q_2 = 15455\text{var}$. Zeichnen Sie zusätzlich die Schaltung von Verbraucher 2 in das vorbereitete Diagramm. Wie groß sind nun die gesamte Schein-, Wirk- und Blindleistung am Netzanschluss?
- Die beiden Verbraucher sollen durch eine gemeinsame Kompensationseinrichtung auf $\cos \varphi = 0,95$ (induktiv) kompensiert werden. Welche Kompensationsschaltung ist für möglichst kleine Kapazitäten zu wählen? Zeichnen Sie diese Kompensationsschaltung in das Schaltbild. Berechnen Sie die erforderlichen Kapazitäten.
- Beurteilen Sie qualitativ die Phasenlage (d.h. voreilend, nacheilend, in Phase) zwischen dem Außenleiterstrom I_{L1} aus der Teilaufgabe a), wenn nur der Verbraucher 1 an das Netz angeschlossen ist, und dem Außenleiterstrom $I_{L1,\text{komp}}$ aus der Teilaufgabe c), wenn beide Verbraucher und die Kompensationsschaltung am Netz sind. Begründen Sie Ihre Aussage.

Aufgabe 5 (ca. 11 Punkte)

Eine R-C-Reihenschaltung liegt an einer gepulsten idealen Gleichstromquelle $i(\omega t)$. Der Strom $i(\omega t)$ ist periodisch. Bekannt sind: $\omega_1 = 10^3 \text{s}^{-1}$, $R = 2\Omega$, $C = 50\mu\text{F}$.



- Bestimmen Sie den exakten Effektivwert I_{eff} des Stromes.
- Welche der folgenden Fourier-Reihen beschreibt den nichtsinusförmigen Strom korrekt? Begründen Sie ihre Wahl.
 - $i(\omega t) = 1,102 \text{ A} \cdot \sin\{\omega t\} - 0,221 \text{ A} \cdot \sin\{5\omega t\} + 0,157 \text{ A} \cdot \sin\{7\omega t\} + \dots$
 - $i(\omega t) = 1 \text{ A} - 1,102 \text{ A} \cdot \sin\{\omega t + \pi/6\} + 0,221 \text{ A} \cdot \sin\{5\omega t + 5\pi/6\} + 0,157 \text{ A} \cdot \sin\{7\omega t + 7\pi/6\} + \dots$
 - $i(\omega t) = 1 \text{ A} + 1,102 \text{ A} \cdot \cos\{\omega t + \pi/6\} + 0,221 \text{ A} \cdot \cos\{5\omega t + 5\pi/6\} + 0,157 \text{ A} \cdot \cos\{7\omega t + 7\pi/6\} + \dots$
 - $i(\omega t) = 1,102 \text{ A} \cdot \sin\{\omega t + \pi/6\} - 0,221 \text{ A} \cdot \sin\{5\omega t + 5\pi/6\} + 0,157 \text{ A} \cdot \sin\{7\omega t + 7\pi/6\} + \dots$
 - $i(\omega t) = 1,102 \text{ A} \cdot \sin\{\omega t + \pi/6\} - 0,221 \text{ A} \cdot \sin\{5\omega t + \pi/6\} + 0,157 \text{ A} \cdot \sin\{7\omega t + \pi/6\} + \dots$
- Bestimmen Sie den Effektivwert des Stromes näherungsweise aus der gewählten Fourier-Reihe (bis zur 7. Harmonischen). Wie groß ist der relative Fehler, den Sie dabei machen?
- Berechnen Sie den Effektivwert der Spannung u_{AB} .
- Berechnen Sie die Scheinleistung, welche die Schaltung aufnimmt.
- Wie verhalten sich die Klirrfaktoren der Spannungen u_{R} und u_{C} ? Erläutern Sie!

Aufgabe 6 (ca. 7 Punkte)

Bestimmen Sie die Parameter des symmetrischen Ersatzschaltbildes eines Leistungstransformators (X_{1h} , R_{Fe} , $R_1 = R_2'$, $X_{1\sigma} = X_{2\sigma}'$) falls folgende Spezifikationen bekannt sind: Nennleistung $S_{\text{N}} = 15000 \text{kVA}$, primärseitige Nennspannung $U_{1\text{N}} = 110 \text{kV}$, sekundärseitige Nennspannung $U_{2\text{N}} = 6,1 \text{kV}$, relative Kurzschlussspannung $u_{\text{K}} = 12\%$ von $U_{1\text{N}}$, primärseitiger Leerlaufstrom $I_{1\text{L}} = 0,03 \cdot I_{1\text{N}}$, Leerlaufverlust $P_{1\text{L}} = 47 \text{kW}$, Kurzschlussverlust $P_{1\text{K}} = 129 \text{kW}$. Es gelten vereinfachte Ersatzschaltbilder für Kurzschluss- und Leerlaufbetrieb.