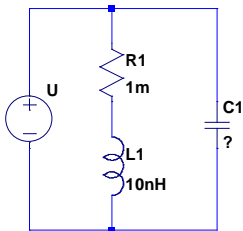


Grundlagen der Elektrotechnik – Prüfung 25.06.2018

Name	Benutzen Sie ausschließlich das Angabeblatt und das beigefügte, leere Papier. Erlaubte Unterlagen: Schreibzeug, Rechner, Formelsammlung!										
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gesamt
Punkte	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Erreicht											

Achten Sie auf die Form Ihrer Arbeit! Alle Ergebnisse sind durch doppeltes Unterstreichen eindeutig zu kennzeichnen.

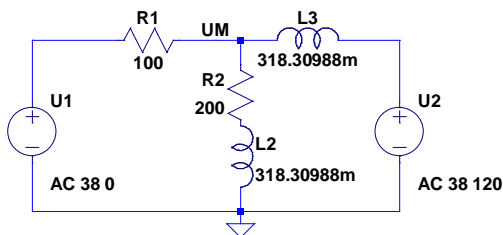
Aufgabe 1 Resonanz



Nebenstehende Schaltung besteht aus einem Widerstand $R1 = 1m\Omega$, einer Induktivität $L1 = 10nH$, einem Kondensator $C1$ (noch zu bestimmen) und einer sinusförmigen Spannungsquelle $\underline{U} = 3V \angle 0^\circ$ bei $f = 5MHz$.

- Kann in nebenstehender Schaltung Resonanz auftreten? Begründung? (2)
- Bestimmen Sie den Wert für $C1$ so, dass Resonanz bei $f_{res} = 5MHz$ auftritt. (5)
- Wie groß ist in diesem Fall der Strom \underline{I} , den die Quelle \underline{U} liefert? (2)
- Ist der Strom, den die Quelle liefert, im Resonanzfall minimal oder maximal? (1)

Aufgabe 2 Wechselstromrechnung



Gegeben ist nebenstehende Schaltung.

Passive Zweipole:

$R1 = 100\Omega$, $R2 = 200\Omega$, $L2 = L3 = 318.30988mH$

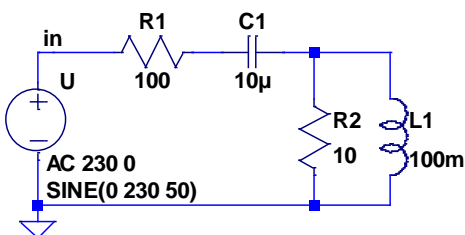
Sinusförmige Spannungsquellen:

$U1 = 38V$, $\varphi1 = 0^\circ$, $U2 = 38V$, $\varphi2 = 120^\circ$, $f1 = f2 = 50Hz$

Zeichnen Sie Strom- und Spannungspfeile ein und berechnen Sie die folgenden Größen:

1. I_{L2} (4)
2. I_{R1} (3)
3. U_{L3} (3)

Aufgabe 3 Leistung im Wechselstromkreis



Vier Verbraucher sind an Netzspannung ($U1 = 230V$, $f = 50Hz$) angeschlossen.

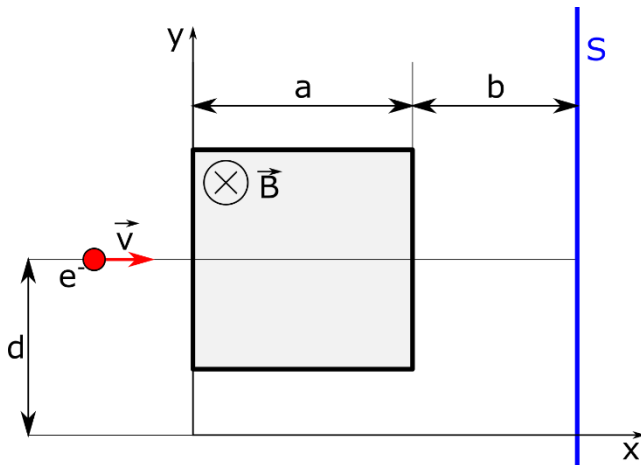
- $R1 = 100\Omega$
- $R2 = 10\Omega$
- $L1 = 100mH$
- $C1 = 10\mu F$

Der Spannungsverlauf der Netzspannung ist

$$u1 = \sqrt{2} \cdot 230V \cdot \cos\left(2\pi 50 \frac{1}{s} \cdot t + 0\right)$$

- Zeichnen Sie einen Bezugspfeil für den Strom durch $R1$ ein und berechnen Sie diesen Strom \underline{I}_{R1} . (3)
- Skizzieren Sie ein Zeigerdiagramm für \underline{U} und \underline{I}_{R1} (geeignete Maßstab wählen!) (1)
- Berechnen Sie die Leistung, die die Quelle $U1$ abgibt:
 - Scheinleistung, Wirkleistung, Blindleistung (2)
 - Augenblickleistungen zu den Zeitpunkten $t1 = 2ms$ und $t2 = 7ms$ (2)
 - Leistungsfaktor (1)
- Verhält sich das Netzwerk induktiv oder kapazitiv? (mit Begründung!) (1)

Aufgabe 4 Kraft im Magnetfeld



Ein Elektron tritt mit einer Geschwindigkeit v in ein homogenes Magnetfeld B (Richtung in die Zeichenebene) ein. Der Eintrittspunkt befindet sich im Punkt $(0, d)$.

- $v = 2 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$
- $B = 3mT$
- $d = 8mm$

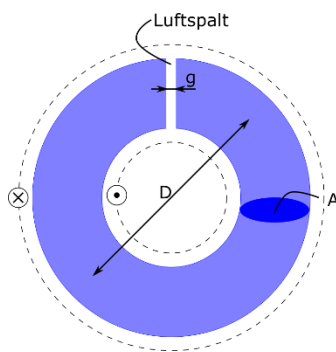
Der Bereich des Magnetfelds ist quadratisch mit einer Kantenlänge $a = 10mm$. In einem Abstand $b = 7mm$ befindet sich ein Schirm S , auf den die Elektronen auftreffen.

- Wie groß ist die Kraft, die auf das Elektron wirkt, wenn es in das Magnetfeld eintritt? Betrag und Richtung! (3)
- Welche Bahn beschreibt, das Elektron im Magnetfeld? Wie groß ist der Radius dieser Bahn? (3)
- Berechnen Sie die Koordinate (x, y) des Punktes, in dem das Elektron auf den Schirm trifft. (4)

Daten zum Elektron: Ladung: $q_e = -1.602 \cdot 10^{-19}C$, Masse: $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}kg$

Zentrifugalkraft: $\vec{F}_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$

Aufgabe 5 Induktivität – magnetischer Kreis



Es soll mithilfe eines ringförmigen Eisenkerns eine Induktivität von $L = 1mH$ aufgebaut werden.

Der Kern besitzt einen mittleren Durchmesser $D = 1cm$. Der Querschnitt $A = 0.14cm^2$. Die relative Permeabilität des Kernmaterials beträgt $\mu_r = 1000$. Die Toleranz der Permeabilität beträgt $\pm 20\%$. Es wird in den Kern ein kurzer Luftspalt von $g = 0.5mm$ eingefräst.

- Zeichnen Sie einen magnetischen Kreis dieser Anordnung! (2)
- Berechnen Sie die Anzahl der benötigten Windungen N um die Induktivität L zu erreichen! (3)
- Wie groß ist die maximale Induktivität L_{max} aufgrund der Toleranz von μ_r ? (2)
- Wie groß ist, bei nominalen μ_r und einem Strom $I = 100mA$, die Flussdichte B_L im Luftspalt? (3)

Hinweise: Es kann ohne Luftspaltaufweitung gerechnet werden.

$$L = N^2 \Lambda$$

$$\Lambda = \mu_0 \mu_r \frac{A}{l}$$

$$\mu_0 = 0.4\pi \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

Aufgabe 6 Leistung im Wechselstromkreis

- Was ist Wirkleistung, Scheinleistung und Blindleistung (mit Einheit) bzw. der Leistungsfaktor? (5)
- Wie verhalten sich S , P und Q bei einem ohmschen Widerstand / einer Induktivität / einer Kapazität? (5)

Aufgabe 7 Kondensator als Energiespeicher

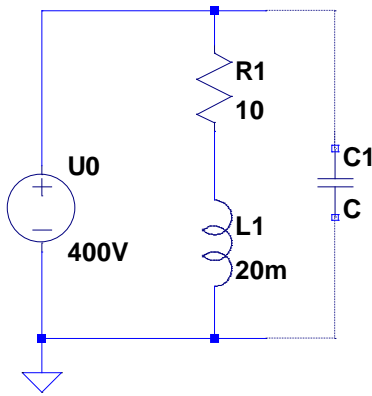
Gespeicherte Energie

- Leiten Sie den Zusammenhang zwischen C , u_C und der im elektrischen Feld gespeicherten Energie E_e her! (4)
- Vergleichen Sie den Energieinhalt zweier Kondensatoren (2):
 - $C_1 = 10\mu F$ bei $u_1 = 400V$
 - $C_2 = 100\mu F$ bei $u_2 = 40V$

Elektrolytkondensator (4)

- Skizzieren Sie den Aufbau eines Elektrolytkondensators.
- Welcher Teil dient als Anode (+ Pol), Dielektrikum (Isolator) und Kathode (-Pol)?
- Was passiert wenn ein Elko mit falscher Polung betrieben wird?

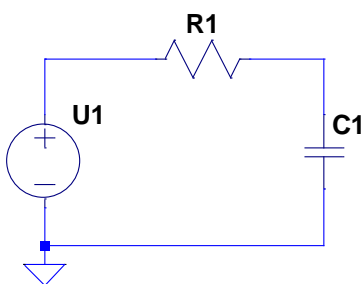
Aufgabe 8 Blindleistungskompensation



Die Spannungsquelle U_0 (400V, 50Hz) ist an der dargestellten induktiven Last R_1 , L_1 angeschlossen. $R_1=10\Omega$, $L_1=20\text{mH}$.

- Berechnen Sie den Leistungsfaktor λ_1 ohne Blindleistungskompensation (ohne C_1). (3)
- Legen Sie danach den Kondensator C_1 für einen verbesserten Leistungsfaktor $\lambda_2=0.95$ aus. (5)
- Um wie viele Prozent sinkt der Effektivwert des Stroms I_0 (den die Quelle liefert) durch die Blindleistungskompensation? (2)

Aufgabe 9 Tiefpass



Nebenstehende RC Schaltung soll analysiert werden.

- $R_1 = 1\text{k}\Omega$
- $C_1 = 470\text{nF}$

Differentialgleichung: Der Kondensator C_1 ist bei $t=0$ ungeladen. Es wird eine Spannung $U_1 = 5\text{V}$ angelegt.

- Leiten Sie die Kondensatorladekurve her! (3)
- Was versteht man unter Zeitkonstante τ ? (1)
- Auf welchen Wert liegt die Spannung u_{C_1} nach 3τ bzw. 5τ ? (1)

Frequenzbetrachtung:

- Skizzieren Sie das Bode-Diagramm von $H = \frac{u_{C_1}}{U_1}$! (2)
- Wie ist der Zusammenhang zwischen der Zeitkonstante τ und der Grenzfrequenz f_g ? (1)
- Schätzen Sie den Betrag der Ausgangsspannung U_{C_1} für zwei verschiedene sinusförmige Eingangsspannungen ab: (2)
 - $U_{1a} = 1\text{V}, f_{1a} = \frac{f_g}{100}$
 - $U_{1b} = 1\text{V}, f_{1b} = f_g \cdot 100$

Aufgabe 10 Toleranzen Widerstand

TEMPERATURE COEFFICIENT AND RESISTANCE RANGE			
TYPE / SIZE	TCR	TOLERANCE	RESISTANCE
MCS 0402	$\pm 50 \text{ ppm/K}$	$\pm 1\%$	10 Ω to 4.99 M Ω
		$\pm 0.5\%$	10 Ω to 221 k Ω
	$\pm 25 \text{ ppm/K}$ Jumper, $I_{\text{max}} = 0.63 \text{ A}$	$\pm 0.5\%$	10 Ω to 221 k Ω 0 Ω
MCT 0603	$\pm 50 \text{ ppm/K}$	$\pm 1\%$	1 Ω to 10 M Ω
		$\pm 0.5\%$	10 Ω to 511 k Ω
	$\pm 25 \text{ ppm/K}$ Jumper, $I_{\text{max}} = 1 \text{ A}$	$\pm 0.5\%$	10 Ω to 511 k Ω 0 Ω
MCU 0805	$\pm 50 \text{ ppm/K}$	$\pm 1\%$	1 Ω to 10 M Ω
		$\pm 0.5\%$	10 Ω to 1.5 M Ω
	$\pm 25 \text{ ppm/K}$ Jumper, $I_{\text{max}} = 1.5 \text{ A}$	$\pm 0.5\%$	10 Ω to 1.5 M Ω 0 Ω
MCA 1206	$\pm 50 \text{ ppm/K}$	$\pm 1\%$	1 Ω to 2 M Ω
		$\pm 0.5\%$	10 Ω to 2 M Ω
	$\pm 25 \text{ ppm/K}$ Jumper, $I_{\text{max}} = 2 \text{ A}$	$\pm 0.5\%$	10 Ω to 2 M Ω 0 Ω
Max. resistance change at P_{70} for resistance range, $ \Delta R/R $ after:		MCS 0402	10 Ω to 4.99 M Ω
		MCT 0603	1 Ω to 10 M Ω
		MCU 0805	1 Ω to 10 M Ω
		MCA 1206	1 Ω to 2 M Ω
		1000 h	$\leq 0.25\%$
	8000 h	$\leq 0.5\%$	
	225 000 h	$\leq 1.5\%$	

Ein SMD Widerstand der Bauform 0805 hat bei $T=25^\circ\text{C}$ einen Wert von 47Ω . Er hat eine Initialtoleranz von $\pm 1\%$ und wird bei einer Leistung P_{70} für eine Zeitdauer von 8000h betrieben. Bei P_{70} ist die Temperatur des Widerstands 70°C

- Was ist der dann zu erwartende Minimal- bzw. Maximalwiderstand aufgrund Temperaturdrift und Alterung? (5)

Zwei dieser Widerstände sind in einem Spannungsteiler in Verwendung.

- Wie groß ist der maximale relative Fehler der Spannung U_{R2} aufgrund aller gegebenen Toleranz von R_1 und R_2 ? (5)

