Klausur im Modul
Grundgebiete der Elektrotechnik II

am 19.09.2012, 8:30 – 10:00 Uhr

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

E-Mail-Adresse:

Studiengang:

Vorleistung **vor** S … ☐ Nein

Musterlösung

Prüfungsdauer: 90 Minuten

SS 2012

- Zur Prüfung sind folg… eodreieck/Lineal, nicht programmierbarer Tasc… lsammlung (beidseitig selbst **handschriftlich** b… on eigenem Papier ist nicht gestattet.
- Tragen Sie Name und Vor… Aufgabenblatt ein.
- Prüfen Sie die Anzahl der … incl. Deckblatt)) auf Vollständigkeit.
- Die Aufgabenblätter sollen z… …en. Die Lösungswege und Lösungen zu den Aufgaben sind in die daf… …enen Zwischenräume einzutragen. Falls Sie mehr Platz benötigen, verwenden Sie die linken leeren Seiten.
- Bei Abgabe: Bleiben Sie bitte an Ihrem Platz. Die bearbeiteten Aufgabenblätter werden bei Ihnen abgeholt.
- Bitte nichts in die folgenden Tabellen eintragen! Diese werden von uns ausgefüllt.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
Punkte	14	15	18	20	18	15	100
erreicht							

Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote

Auszufüllen bei der Klausureinsicht:

Klausur eingesehen ______________ ______________

Datum Unterschrift

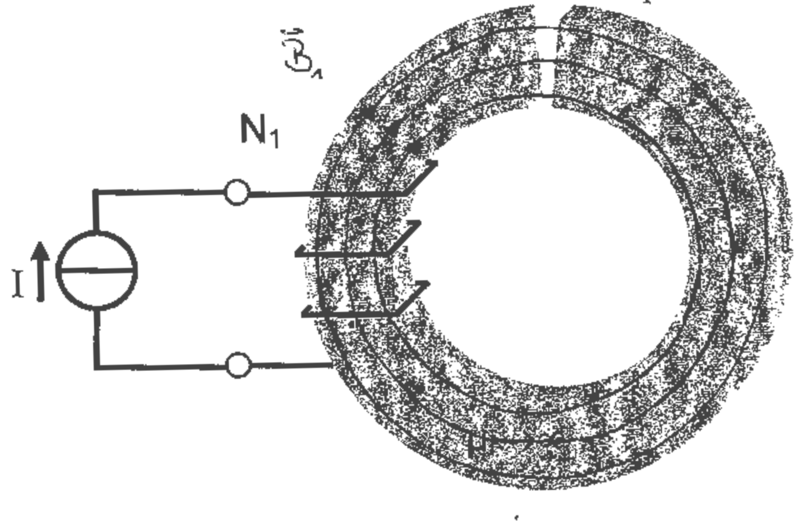
Name:	Vorname:

Aufgabe 1: Kreisringspule (14 Punkte)

(a) Die unten gezeigte Kreisringspule 1 habe einen hochpermeablen Ringkern ($\mu_r \rightarrow \infty$) mit einem Luftspalt der Länge d_L. Die N_1 Windungen werden von einem Gleichstrom I durchflossen. Zeichnen Sie qualitativ drei Feldlinien der magnetischen Flussdichte in die Skizze ein.

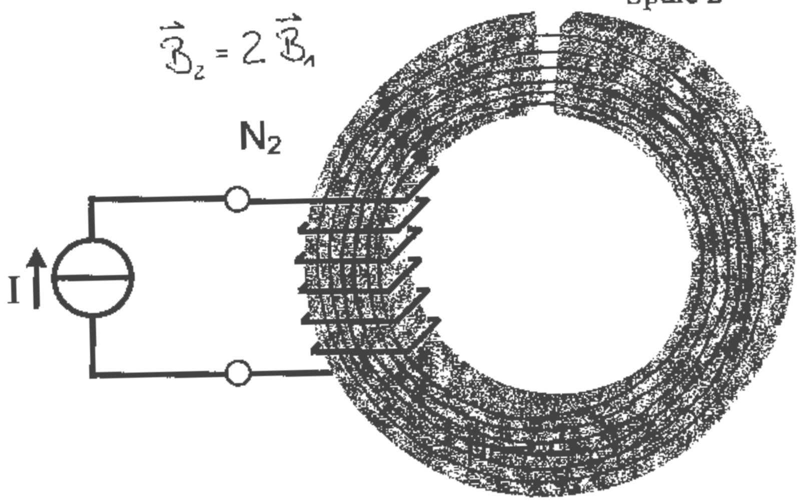
Streuung am Luftspalt vernachlässigt.

Spule 1



(b) Im Vergleich zu (a) werde bei einer zweiten Spule die Anzahl der Windungen verdoppelt (N_2=2·N_1). Wieder werde derselbe Gleichstrom I angelegt. Zeichnen Sie qualitativ die Feldlinien der magnetischen Flussdichte in die Skizze ein. Diese sollen im Verhältnis zu (a) korrekt sein.

Spule 2



Name:	Vorname:

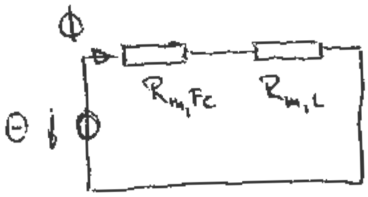
(c) Berechnen Sie die Induktivität der Spulen aus (a) und (b) unter der Annahme, dass für die Permeabilität des Ringkerns $\mu_r \rightarrow \infty$ gilt ($N_1 = 100$; $N_2 = 200$; $d_L = 1$ mm; Ringdurchmesser 3 cm; Querschnittsfläche des Ringkerns 25 mm^2; $I = 1$ mA). Die Luftspaltaufweitung kann vernachlässigt werden.

Durchflutung: $\Theta = nI = H \cdot l_m = \oint \vec{H} \cdot d\vec{s}$

$= H \cdot (l_{Fe} + d_L)$

Fluss: $\Phi = B \cdot A = \mu_r \mu_0 H \cdot A$

Ersatzschaltbild



magn. Widerstand:

$$R_m = \frac{\Theta}{\Phi} = \frac{H \cdot l_m}{\mu_0 \mu_r H A} = \frac{l_m}{\mu_0 \mu_r A}$$

$\rightarrow R_{m,Fe} \approx 0$, da $\mu_{r,Fe} \rightarrow \infty$

Induktivität:

$$L = \frac{n\Phi}{I} = \frac{n \, \Theta / R_m}{I} = \frac{n\,\Theta}{I R_m} = \frac{n^2 I}{I \, l_m / \mu_0 \mu_r A} = \frac{n^2 \mu_0 \mu_r A}{l_m}$$

$$L_1 = \frac{N_1^2 \mu_0 A}{d_L}$$

$= 314,159 \; \mu H$

$$L_2 = \frac{N_2^2 \mu_0 A}{d_L} = \frac{(2N_1)^2 \mu_0 A}{d_L} = 4 L_1$$

$= 1256,637 \; \mu H$

Name:	Vorname:

(c) Berechnen Sie die Induktivität der Spulen aus (a) und (b) unter der Annahme, dass für die Permeabilität des Ringkerns $\mu_r \to \infty$ gilt ($N_1 = 100$; $N_2 = 200$; $d_L = 1$ mm; Ringdurchmesser 3 cm; Querschnittsfläche des Ringkerns 25 mm^2; I = 1 mA). Die Luftspaltaufweitung kann vernachlässigt werden.

Alternative Berechnung ohne magn. Widerstand:

Durchflutungsgesetz: $\oint \vec{H} \cdot d\vec{r} = \Theta = n I$

$$= H_{Fe} \cdot l_{Fe} + H_L \cdot d_L$$

$H_{Fe} \to 0$ wg. $\mu_{r,Fe} \to \infty$

$$\Rightarrow n I = 0 + H_L \cdot d_L$$

$$H_L = \frac{n I}{d_L}$$

Materialgleichung: $\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$

Fluss: $\Phi = B \cdot A$

Induktivität: $L = \frac{n \Phi}{I} = \frac{n \mu_0 \frac{n I}{d_L} A}{I} = \frac{n^2 \mu_0 A}{d_L}$

$$L_1 = \frac{N_1^2 \mu_0 A}{d_L} = 314{,}159 \ \mu H$$

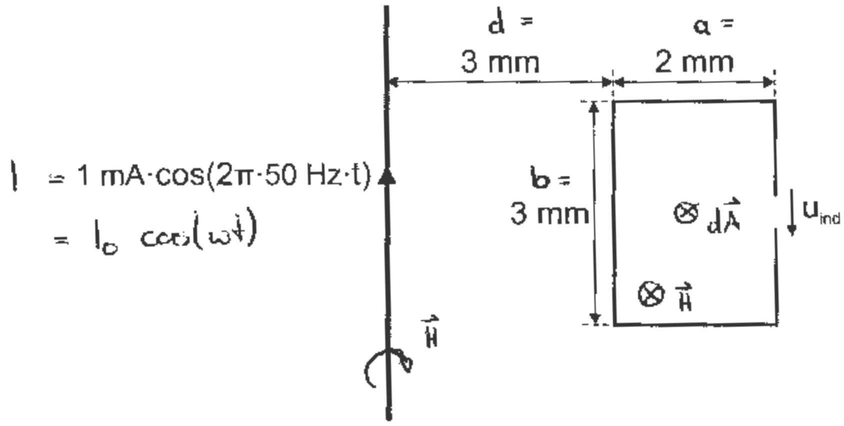
$$L_2 = \frac{N_2^2 \mu_0 A}{d_L} = \frac{(2N_1)^2 \mu_0 A}{d_L} = 4 L_1$$

$$= 1256{,}637 \ \mu H$$

Name:	Vorname:

Aufgabe 2: Induktion (15 Punkte)

Gegeben sei die gezeigte Anordnung aus einem geraden, sehr langen Linienleiter und einer offenen Leiterschleife, die ebenfalls aus Linienleitern gebildet werde. Im Linienleiter werde ein Wechselstrom geführt. Linienleiter und Leiterschleife befinden sich in einer Ebene. Im gesamten Raum gelte $\mu = \mu_0$.



(a) Berechnen Sie die Spannung u_{ind}, die in der Leiterschleife induziert wird.

Durchflutungsgesetz: $\oint_{\partial A} \vec{H} \cdot d\vec{r} = \iint_A \vec{J} \cdot d\vec{A} = n \cdot I \qquad n = 1$

$$I = \int_0^{2\pi} H \vec{e}_\varphi \cdot r\,d\varphi\, \vec{e}_\varphi = \int_0^{2\pi} H r\, d\varphi = H \cdot 2\pi r$$

magn. Feld des langen, geraden Leiters.

$$\vec{H} = \frac{I}{2\pi r} \vec{e}_\varphi$$

Induktionsgesetz / 2. Maxwell-Gl.:

$$u_{ind} = \oint_{\partial A} \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{d}{dt} \iint_A \vec{B} \cdot d\vec{A} \qquad \vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

$$= -\frac{d}{dt} \int_d^{d+a} \int_0^b \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \cos(\omega t)\, \vec{e}_\varphi \cdot dr\, dl\, \vec{e}_\varphi$$

$$= -\frac{d}{dt} \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \cos(\omega t) \cdot b \int_d^{d+a} \frac{1}{r}\, dr$$

$$= -\frac{d}{dt} \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} b \cos(\omega t) \left[\ln(|r|) \right]_d^{d+a}$$

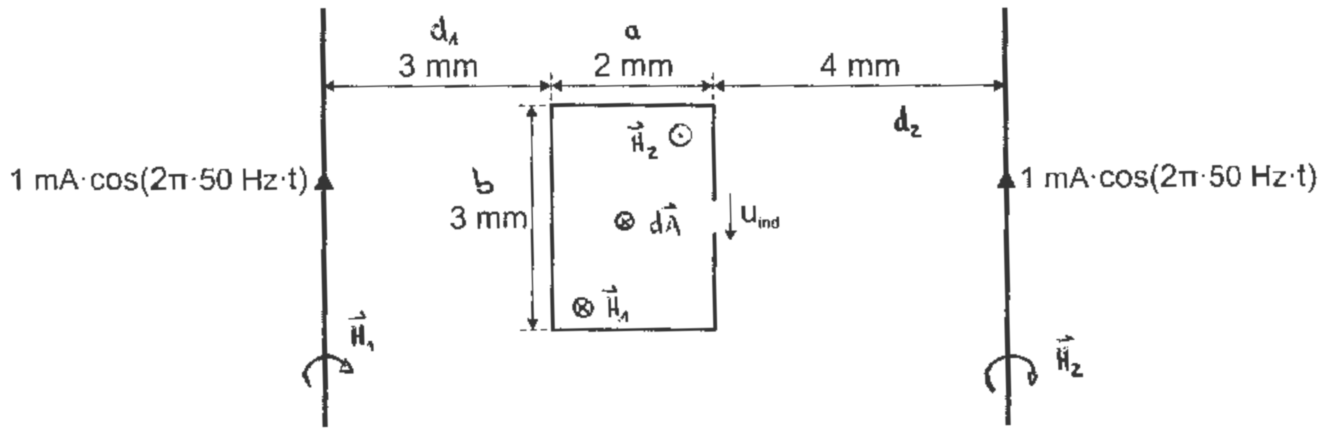
$$= -\frac{d}{dt} \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} b \cos(\omega t) \ln\left(\frac{|d+a|}{|d|} \right)$$

$$= + \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} b \ln\left(\frac{|d+a|}{|d|} \right) \omega \sin(\omega t)$$

$$= 96{,}288\ \mathrm{pV} \cdot \sin(\omega t)$$

Name:	Vorname:

(b) Nun werde der Anordnung ein zweiter Linienleiter auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterschleife hinzugefügt (s. Skizze unten). Im zweiten Leiter fließe ebenfalls ein Wechselstrom. Die Leiterschleife liege weiterhin in einer Ebene mit beiden Linienleitern. Ist die induzierte Spannung u_{ind} für diese Anordnung größer oder kleiner als in Aufgabenteil (a)? Bitte begründen!



Die induzierte Spannung nimmt ab, da das Feld des zweiten Leiters im Bereich zwischen den Leitern dem Feld des ersten Leiters entgegengerichtet ist. Damit wirkt der Fluss, der durch den zweiten Leiter die Leiterschleife durchsetzt, dem Fluss des ersten Leiters entgegen. Der Gesamtfluss durch die Leiterschleife nimmt ab, folglich sinkt auch die induzierte Spannung.

(c) Berechnen Sie die induzierte Spannung u_{ind} für die Anordnung mit beiden Linienleitern.

$u_{ind,1}$ aus Aufgabenteil a)

$$u_{ind} = u_{ind,1} + u_{ind,2}$$

$$= 96{,}288\ \mathrm{pV} \cdot \sin(\omega t) + \left(-\frac{d}{dt} \int_{d_2}^{d_2+a} \int_0^b \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \cos(\omega t)\, \vec{e}_{\varphi_2} \cdot \left(-dr\, dl\, \vec{e}_{\varphi_2}\right)\right)$$

$$= \ldots + \frac{d}{dt} \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} b \ln\left(\frac{|d_2+a|}{|d_2|}\right) \cos(\omega t)$$

$$= \ldots - \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} b \ln\left(\frac{|d_2+a|}{|d_2|}\right) \omega \sin(\omega t)$$

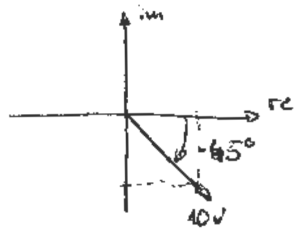
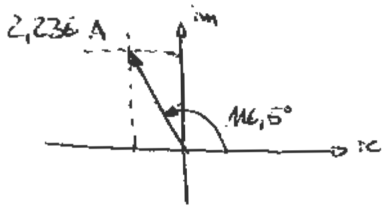
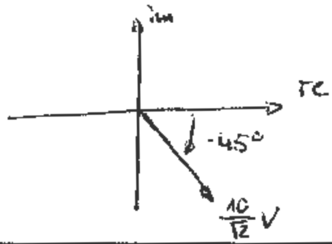
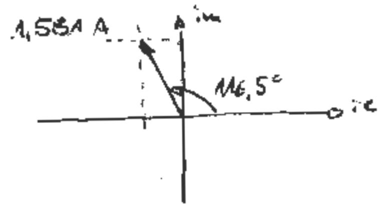
$$= \ldots - 76{,}428\ \mathrm{pV} \cdot \sin(\omega t)$$

$$= 19{,}860\ \mathrm{pV} \cdot \sin(\omega t)$$

Name:	Vorname:

Aufgabe 3: Wechselstromnotationen und QUCS (18 Punkte)

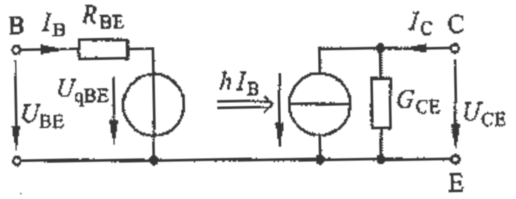
(a) Füllen Sie die nachfolgende Tabelle mit den verschiedenen Darstellungen von Sinusschwingungen aus. Für die Fälle (a) und (b) ist jeweils eine Darstellung gegeben und alle anderen Darstellungsmöglichkeiten für das Signal sollen gefunden werden.

	(a)	(b)
Gleichung im Zeitbereich	$u(t) = 10\ \mathrm{V} \cdot \cos(2\pi \cdot 50\ \mathrm{Hz} \cdot t - 45°)$	$i(t) = 2{,}236\ \mathrm{A} \cdot \cos(\cancel{2\pi} \cdot 50\ \mathrm{s}^{-1} \cdot t + 116{,}5°)$
Kreisfrequenz ω	$2\pi \cdot 50\ \mathrm{Hz}$	$\omega = 50\ \mathrm{s}^{-1}$
Zeigerdarstellung – Amplitudenzeiger (Skizze zeichnen!)		
Zeigerdarstellung – Effektivwertzeiger (Skizze zeichnen!)		
Vollständiges komplexes Symbol	$\underline{u}(t) = 10\ \mathrm{V}\ e^{j(\omega t - 45°)}$	$\underline{i}(t) = 2{,}236\ \mathrm{A}\ e^{j(\omega t + 116{,}5°)}$
Komplexes Amplitudensymbol – P-Form	$\underline{U} = 10\ \mathrm{V}\ e^{-j45°}$	$\underline{I} = 2{,}236\ \mathrm{A}\ e^{j116{,}5°}$
Komplexes Amplitudensymbol – R-Form	$\underline{U} = \frac{10}{\sqrt{2}} \mathrm{V} (1 - j1)$	$\underline{I} = -1\ \mathrm{A} + j\ 2\ \mathrm{A}$
Komplexes Effektivwertsymbol – P-Form	$\underline{U}_{eff} = \frac{10}{\sqrt{2}} \mathrm{V}\ e^{-j45°}$	$\underline{I}_{eff} = 1{,}581\ \mathrm{A}\ e^{j116{,}5°}$
Komplexes Effektivwertsymbol – R-Form	$\underline{U}_{eff} = \frac{10}{\sqrt{2}^2} \mathrm{V} (1 - j1)$	$\underline{I}_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} (-1 + j2)\ \mathrm{A}$

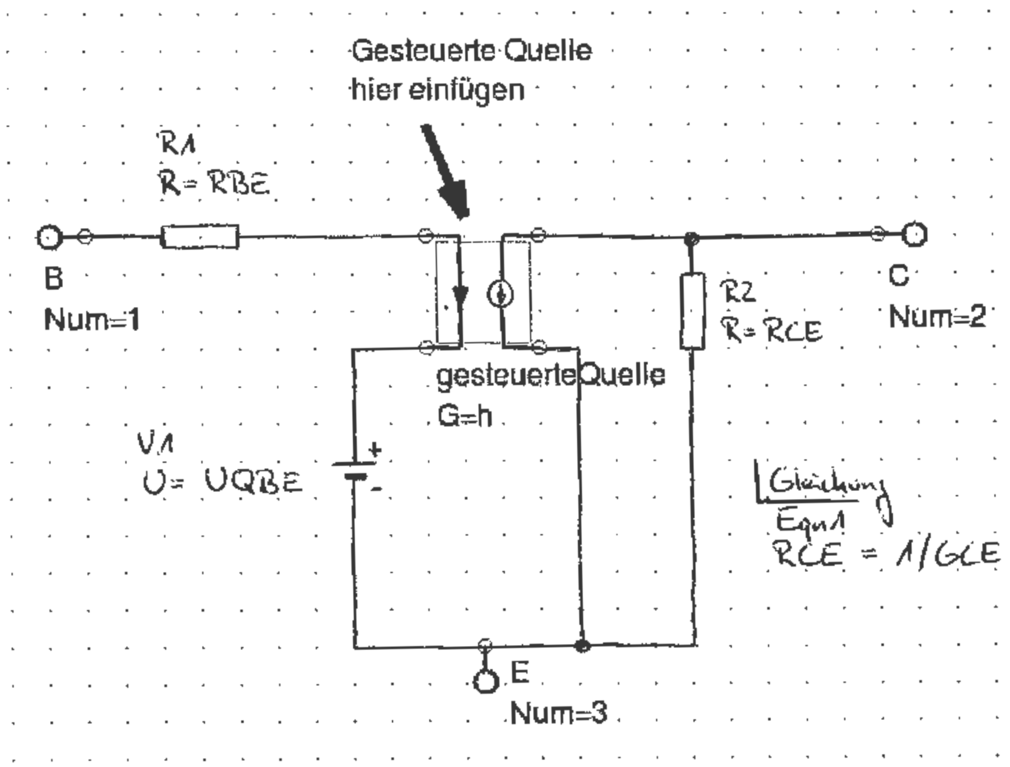
Name:	Vorname:

(b) QUCS-Simulation: Ersatzschaltung eines Transistors (Subcircuit)

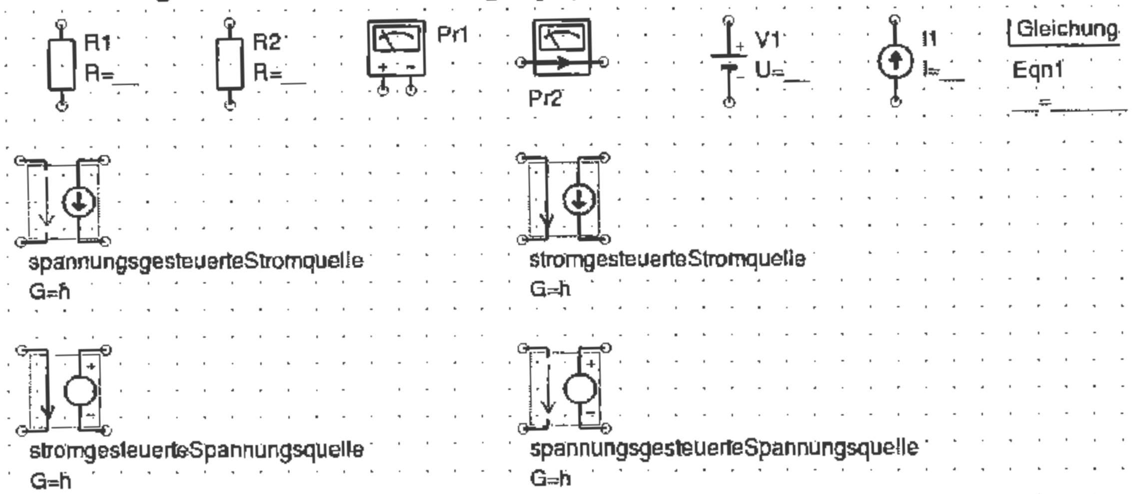
Gegeben sei diese Ersatzschaltung eines Transistors mit den Parametern $\boldsymbol{Uq_{BE}}$, $\boldsymbol{R_{BE}}$, $\boldsymbol{h}$ und $\boldsymbol{G_{CE}}$:



Folgender Subcircuit soll einen Transistor nach obigem Schaltbild modellieren. Zeichnen Sie fehlende Bauteile ein, sowie deren Zuweisungen, sodass ein Subcircuit entsteht, der – so wie von Ihnen gezeichnet – mit den Parametern $\boldsymbol{Uq_{BE}}$, $\boldsymbol{R_{BE}}$, $\boldsymbol{h}$ und $\boldsymbol{G_{CE}}$ in QUCS fehlerfrei verwendet werden kann. Die Parameter werden von außen übergeben.



Hierbei stehen folgende Bauteile zur Verfügung. (Nicht alle Bauteile müssen verwendet werden.)



Name:	Vorname:

Aufgabe 4: Filternetz (20 Punkte)

Eine näherungsweise ideale Stromquelle ($G_i = 0$ S) soll über einen Tiefpass erster Ordnung an einen Verbraucher mit einem Widerstand von 5 kΩ angeschlossen werden. Der Tiefpass soll mit einem GC-Netz realisiert werden und eine Grenzfrequenz von 1 kHz haben.

Tabelle 6.2 Tiefpass erster Ordnung

Größe	GC-Netz	RL-Netz
$\underline{T}(s)$	$\frac{\underline{I}_V(s)}{\underline{I}_q(s)}$	$\frac{\underline{U}_V(s)}{\underline{U}_q(s)}$
$T_{max} = \lim\limits_{\omega \to 0} T(\omega)$	$\frac{G_V}{G_i + G_V}$	$\frac{R_V}{R_i + R_V}$
3-dB-Grenzkreisfrequenz ω_g	$\frac{G_i + G_V}{C}$	$\frac{R_i + R_V}{L}$
Ω	$\frac{\omega}{\omega_g}$	
$\underline{t}(j\Omega) = \frac{\underline{T}(j\omega)}{T_{max}}$	$\frac{1}{j\Omega + 1}$	
a_t	$-20 \lg \sqrt{\Omega^2 + 1}$	
φ_T	$-\arctan \Omega$	

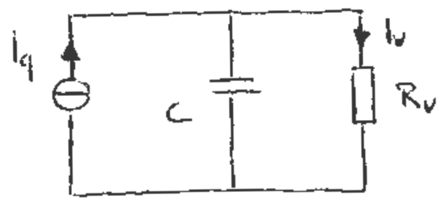
(a) Berechnen Sie die notwendige Kapazität des Filters.

$$\omega_g = \frac{G_i + G_v}{C} \longrightarrow C = \frac{G_i + G_v}{\omega_g} = \frac{1/R_v}{2\pi \cdot f_g}$$

$$= \frac{1/5\,k\Omega}{2\pi \cdot 1\,kHz}$$

$$= 31{,}831\ nF$$

(b) Zeichnen Sie die Schaltung mit Quelle, Filter und Verbraucher.



Name:	Vorname:

(c) Geben Sie den Übertragungsfaktor $\underline{T}(j\omega)$ an. Bitte geben Sie Zahlenwerte an! Nur ω darf als Variable auftauchen!

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{I}_v}{\underline{I}_q}$$

$$= \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$= \frac{1}{1 + j\omega \cdot 5 \cdot 10^{3}\,\Omega \cdot 31{,}831 \cdot 10^{-9}\,F}$$

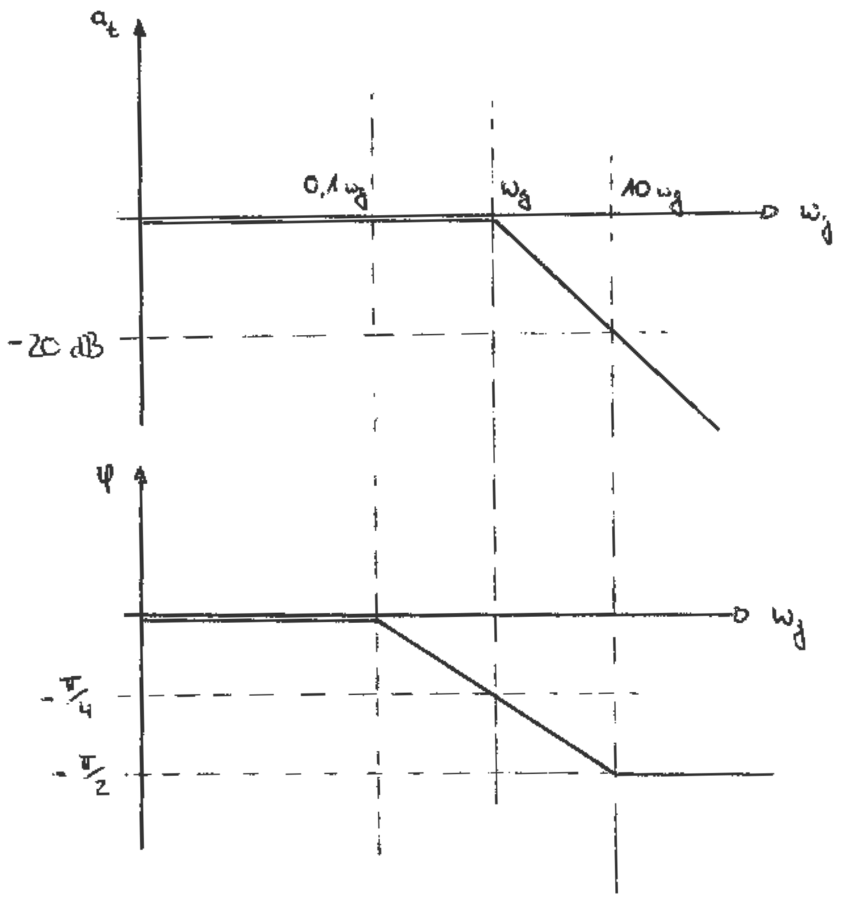
$$= \frac{1}{1 + j\omega \cdot 0{,}159 \cdot 10^{-3}\,s}$$

$$\underline{I}_v = \frac{1/j\omega C}{1/j\omega C + R}\,\underline{I}_q$$

$$= \frac{1}{1 + j\omega RC}\,\underline{I}_q$$

Stromteiler

(d) Erstellen Sie ein Bode-Diagramm für die Schaltung mit den Knickgeraden für den Amplitudengang und den Phasengang. Denken Sie an die Achsbeschriftung!



Name:	Vorname:

(e) Ein Quellstrom $i_q(t) = 1\ \text{A}\cdot\cos(2\pi\cdot 500\ \text{Hz}\cdot t - 50°) + 5\ \text{A}\cdot\cos(2\pi\cdot 3\ \text{kHz}\cdot t + 20°)$ wird angelegt. Berechnen Sie den Verbraucherstrom $i_V(t)$!

$$\underline{T}(j\, 500\ \text{Hz}) = 0{,}895\ e^{-j\, 26{,}5°}$$

$$\underline{T}(j\, 3000\ \text{Hz}) = 0{,}317\ e^{-j\, 71{,}5°}$$

$$\underline{I}_{q,500\ \text{Hz}} = 1\ \text{A}\ e^{-j50°}$$

$$\underline{I}_{q,3000\ \text{Hz}} = 5\ \text{A}\ e^{j20°}$$

$$\underline{I}_{V,500\ \text{Hz}} = 0{,}895\ e^{-j\, 76{,}5°}\ \text{A} = \underline{T}(j\, 500\ \text{Hz}) \cdot \underline{I}_{q,500\ \text{Hz}}$$

$$\underline{I}_{V,3000\ \text{Hz}} = 1{,}585\ e^{-j\, 51{,}5°}\ \text{A} = \underline{T}(j\, 3000\ \text{Hz}) \cdot \underline{I}_{q,3000\ \text{Hz}}$$

$$i_V(t) = \text{Re}\{\underline{I}_{V,500\ \text{Hz}}\} + \text{Re}\{\underline{I}_{V,3000\ \text{Hz}}\}$$

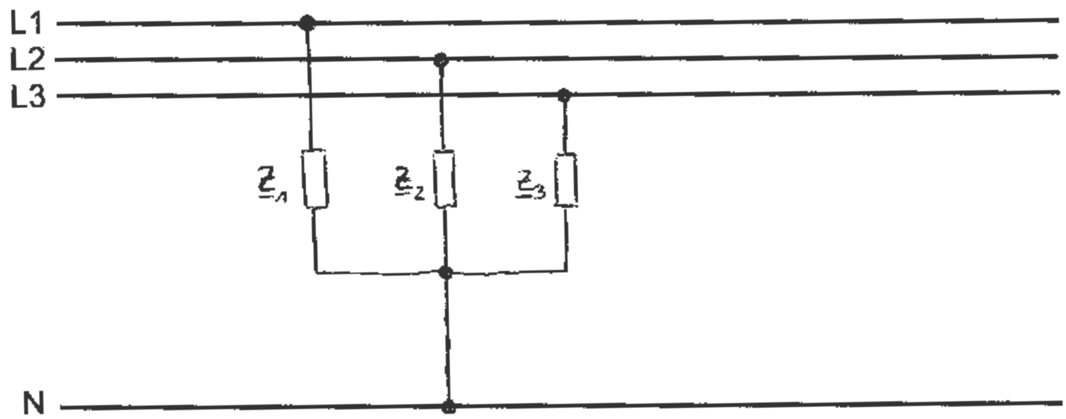
$$= 0{,}895\ \text{A}\cdot\cos(2\pi\cdot 500\ \text{Hz}\cdot t - 76{,}5°) + 1{,}585\ \text{A}\cdot\cos(2\pi\cdot 3000\ \text{Hz}\cdot t - 51{,}5°)$$

Name:	Vorname:

Aufgabe 5: Drehstrom (18 Punkte)

Eine Verbrauchergruppe mit $\underline{Z}_1 = 10\ \text{k}\Omega$, $\underline{Z}_2 = 10\ \text{k}\Omega\ \angle{-50^\circ}$, $\underline{Z}_3 = 10\ \text{k}\Omega + j\ 10\ \text{k}\Omega$, soll in Sternschaltung mit Sternpunktleiter an ein 400 V-Drehstromnetz mit vier Leitern angeschlossen werden.

(a) Zeichnen Sie die Schaltung ein:



(b) Berechnen Sie die Strangströme und den Sternpunktleiterstrom.

$$\underline{U}_1 = \frac{400}{\sqrt{3}}\ \text{V}$$

$$\underline{U}_2 = \frac{400}{\sqrt{3}}\ \text{V}\ e^{j120^\circ}$$

$$\underline{U}_3 = \frac{400}{\sqrt{3}}\ \text{V}\ e^{-j120^\circ}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_1} = 23{,}094\ \text{mA}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_2} = 23{,}094\ \text{mA}\ e^{j170^\circ}$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_3}{\underline{Z}_3} = 16{,}330\ \text{mA}\ e^{-j165^\circ}$$

$$\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3$$

$$= 15{,}424\ \text{mA}\ e^{-j179{,}2^\circ}$$

Name:	Vorname:

(c) Berechnen Sie die von der Verbrauchergruppe aufgenommene Wirkleistung und Blindleistung. Wie groß ist der Leistungsfaktor der Verbrauchergruppe?

$$\underline{S} = \underline{U}_1 \underline{I}_1^* + \underline{U}_2 \underline{I}_2^* + \underline{U}_3 \underline{I}_3^*$$

$$= 12{,}418 \text{ W } e^{j\,38°}$$

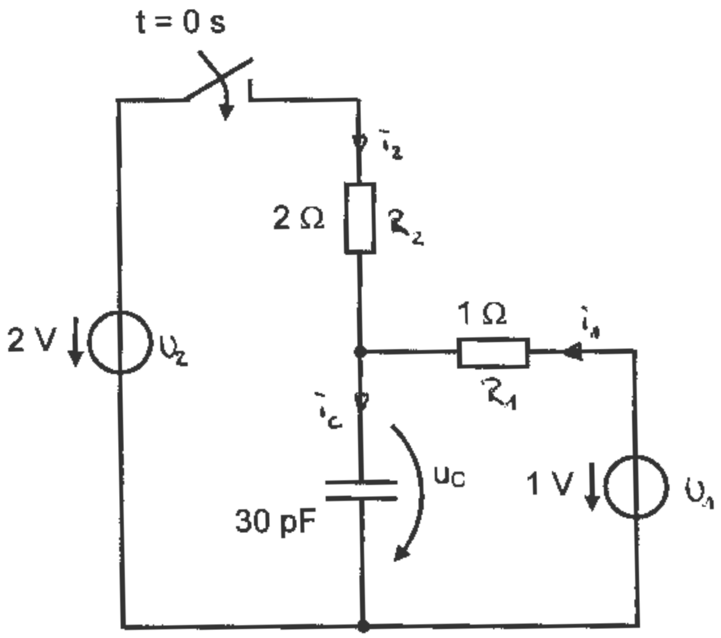
$$= (\underbrace{9{,}784}_{P} + j\,\underbrace{7{,}647}_{Q}) \text{ W}$$

$$\cos(\varphi) = \cos(38°) = 0{,}788$$

Name:	Vorname:

Aufgabe 6: Schaltvorgang (15 Punkte)

Gegeben sei das folgende Netzwerk, in dem zum Zeitpunkt t = 0 s der Schalter geschlossen wird. Beide Quellen sind Gleichspannungsquellen.



(a) Berechnen Sie den Zeitverlauf der Spannung $u_C(t)$.

Anfangsbed.:

$u_c(t=0) = U_1$

Aufstellen der Differentialgl.

$$U_2 = R_2 i_2 + u_c \qquad \longrightarrow \qquad i_2 = \frac{U_2 - u_c}{R_2}$$

$$U_1 = R_1 i_1 + u_c \qquad\qquad\qquad i_1 = \frac{U_1 - u_c}{R_1}$$

$$i_1 + i_2 = i_c \qquad \longrightarrow \qquad \frac{U_2 - u_c}{R_2} + \frac{U_1 - u_c}{R_1} = i_c$$

$$i_c = C\frac{du_c}{dt} \qquad \longrightarrow \qquad \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_1}{R_1} = u_c\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) + C\frac{du_c}{dt}$$

Lösung der hom. Diff.-gl.: $0 = u_c\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) + C\frac{du_c}{dt}$

Ansatz: $u_c = A \cdot e^{\lambda t}$

$$\longrightarrow \quad u_c = A \cdot e^{-\frac{1}{C}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)t}$$

Lösung der inhom. Diff.-gl.: Variation der Konstanten

Ansatz: $u_c = A(t)e^{\lambda t}$

$$\longrightarrow \frac{1}{C}\left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}\right) = \underbrace{\lambda A(t)e^{\lambda t} + \frac{1}{C}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)A(t)\, e^{\lambda t}} + A'(t)e^{\lambda t}$$

hom. Diff.-gl.: $\frac{1}{C}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)Ae^{\lambda t} + \lambda A e^{\lambda t} = 0$

Name: Vorname:

$$A(t) = \int A'(t)\,dt = \int \frac{1}{C}\left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)e^{-\lambda t}\,dt = -\frac{1}{C}\left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda t} + k$$

Integrationskonstante

$$\Rightarrow u_C = +\frac{1}{\cancel{C}}\left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)\frac{\cancel{C}R_1R_2}{R_1+R_2} + k\,e^{-\frac{R_1+R_2}{CR_1R_2}t}$$

Bestimmung von k mit Anfangsbed. $u_C(t=0) = U_1$

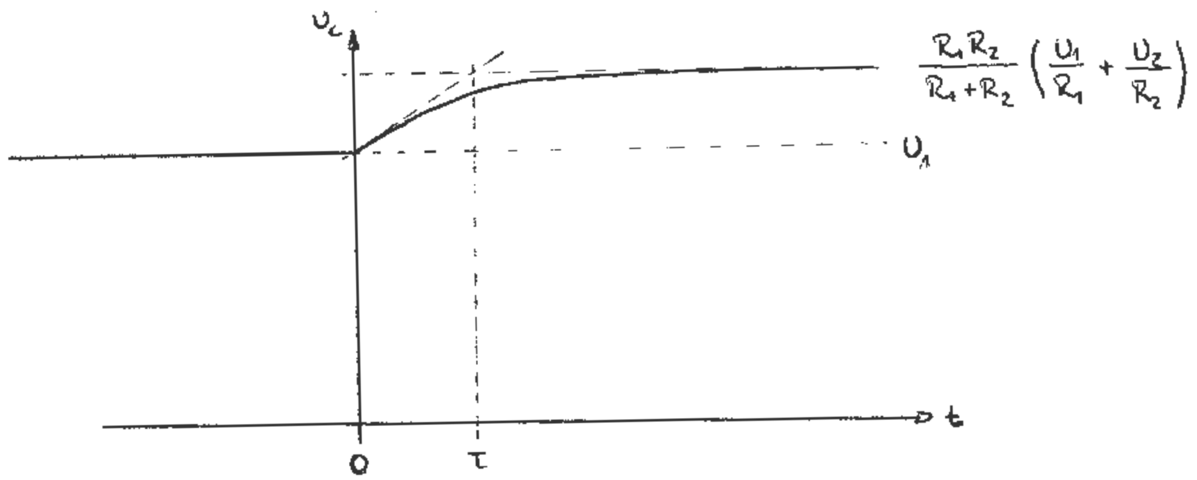
$$U_1 = \left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + k$$

$$\longrightarrow k = U_1 - \left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow u_C(t) = \left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}\right)\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\left(1-e^{-\frac{R_1+R_2}{CR_1R_2}t}\right) + U_1\,e^{-\frac{R_1+R_2}{CR_1R_2}t}$$

(b) Zeichnen Sie den Zeitverlauf der Spannung $u_C(t)$ für $t < 0$ und $t > 0$ in einem sinnvollen Zeitbereich.

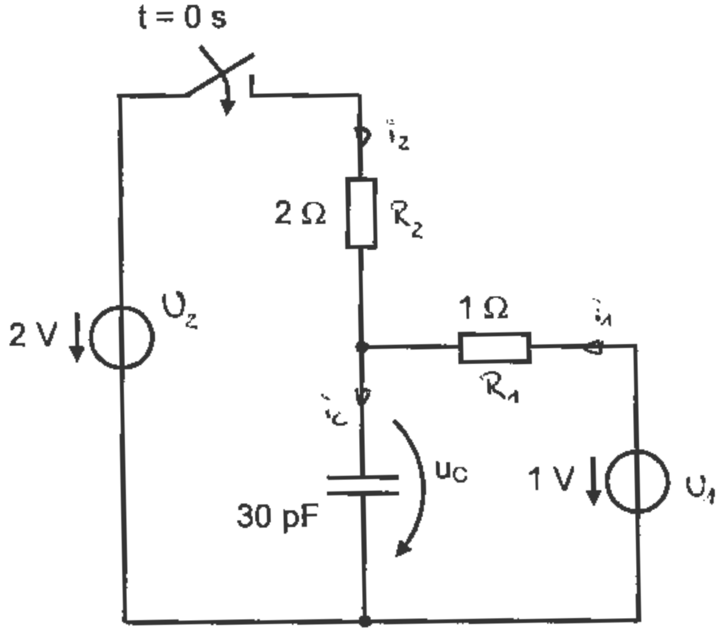
$$u_C(t) = \frac{4}{3}V\left(1-e^{-5\cdot 10^{10}\frac{1}{s}t}\right) + 1\,V\,e^{-5\cdot 10^{10}\frac{1}{s}t}$$



Name:	Vorname:

Aufgabe 6: Schaltvorgang (15 Punkte)

Gegeben sei das folgende Netzwerk, in dem zum Zeitpunkt t = 0 s der Schalter geschlossen wird. Beide Quellen sind Gleichspannungsquellen.



(a) Berechnen Sie den Zeitverlauf der Spannung $u_C(t)$.

Buch, S. 241

$$u_C = U_E + (U_A - U_E)\, e^{-t/\tau}$$

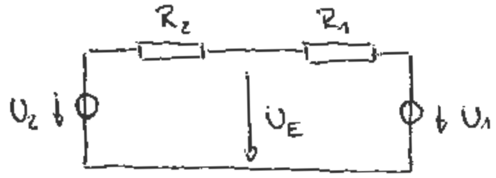
$$\tau = R_E C$$

$$R_E = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \longrightarrow \tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C$$

$$= 2 \cdot 10^{-11}\ \text{s}$$

$$U_A = U_1 = 1\ \text{V}$$

U_E :



$$U_E = U_2 - \frac{R_2}{R_2 + R_1}(U_2 - U_1)$$

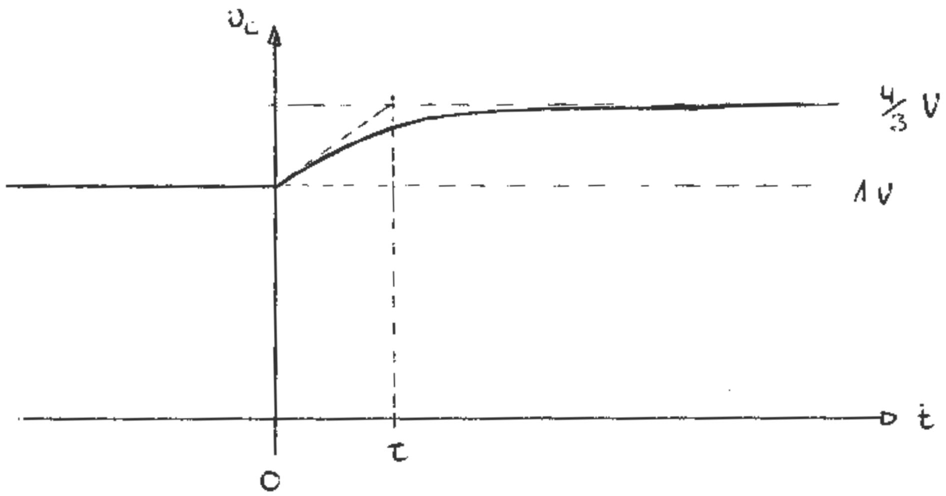
$$= \frac{4}{3}\ \text{V}$$

$$\Rightarrow u_C = \frac{4}{3}\text{V} + \left(1\text{V} - \frac{4}{3}\text{V}\right) e^{-t/\tau}$$

$$= \frac{4}{3}\text{V} + \left(1\text{V} - \frac{4}{3}\text{V}\right) e^{-5 \cdot 10^{10} \frac{1}{s} \cdot t}$$

Name:	Vorname:

(b) Zeichnen Sie den Zeitverlauf der Spannung $u_C(t)$ für $t < 0$ und $t > 0$ in einem sinnvollen Zeitbereich.



$$u_C = \frac{4}{3} V - \frac{1}{3} V e^{-5 \cdot 10^{10} \frac{1}{s} \cdot t}$$