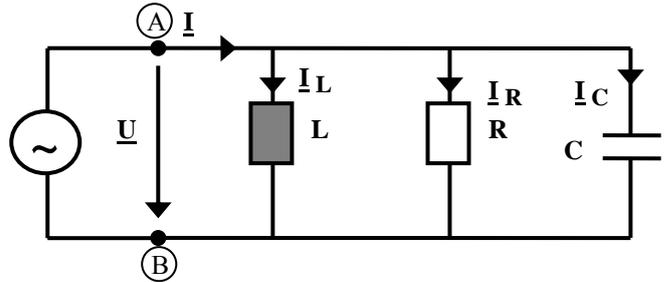


| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| Hochschule München FK 03 | Diplomvorprüfung WS 2010/11 Fach: Grundlagen der Elektrotechnik, Dauer: 90 Minuten | G. Buch, T. Küpper, R. Müller |
| Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen | Matr.-Nr.: | Name, Vorname: |
| | Hörsaal: | Unterschrift: |

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 1 | 2 | 3 | 4 | Σ | N |
| P | | | | | | |

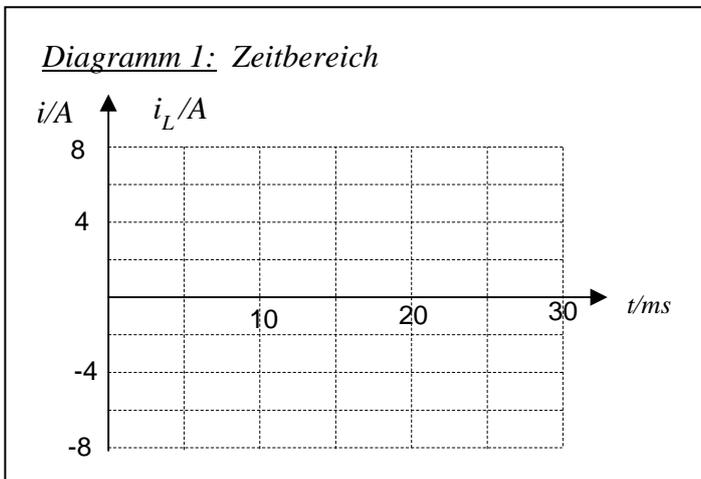
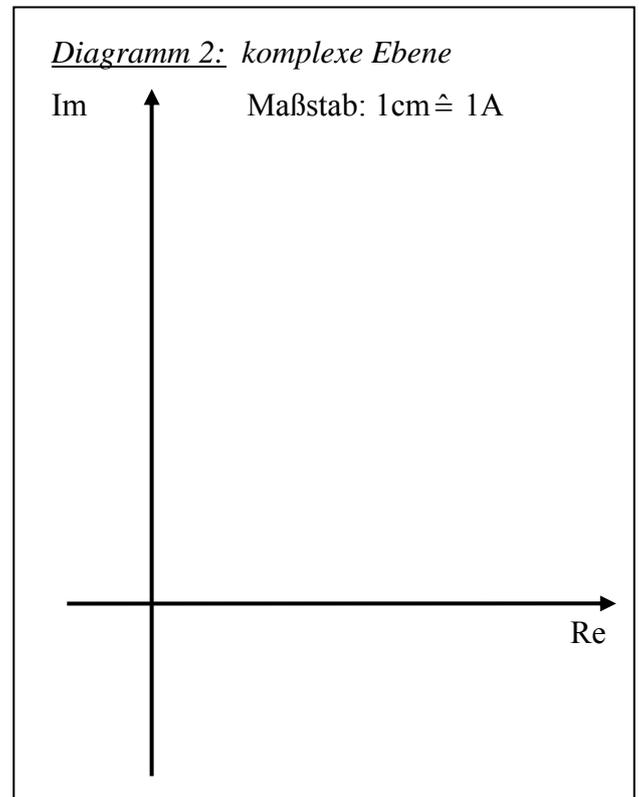
Aufgabe 1 (ca. 19 Punkte)

Gegeben ist die nebenstehende Schaltung, die mit einer sinusförmigen Wechselspannung betrieben wird.



Folgende Größen seien bekannt:

- $\underline{I} = (3+j3) \text{ A}$ (komplexer Effektivwert)
- $\underline{I}_L = 2\text{A} \cdot e^{-j90^\circ}$ (komplexer Effektivwert)
- $f = 50 \text{ Hz}$ (Frequenz der sinusförmigen Spannungen und Ströme).



1.1. Zeichnen Sie wert- und zeitrichtig die Ströme \underline{I} und \underline{I}_L im Zeitbereich (Diagramm 1) ein.

(Platz für Berechnungen):

1.2. Zeichnen Sie die Ströme \underline{I} und \underline{I}_L maßstabs- und phasenrichtig in die komplexe Ebene (Diagramm 2/Effektivwertzeiger) ein.

- 1.3. Bestimmen Sie grafisch (in der komplexen Ebene des Diagramms 2) die komplexen Ströme \underline{I}_R und \underline{I}_C . Geben Sie die Ströme \underline{I}_R und \underline{I}_C auch in komplexer Schreibweise an.
(Ersatzwerte nur für die **Beträge**: $|\underline{I}_R| = 4 \text{ A}$, $|\underline{I}_C| = 5 \text{ A}$)

| | |
|---------------------|---------------------|
| $\underline{I}_R =$ | $\underline{I}_C =$ |
|---------------------|---------------------|

- 1.4. Wie groß ist der Phasenwinkel $\varphi = \varphi_U - \varphi_I$ zwischen Eingangsspannung \underline{U} und Eingangsstrom \underline{I} ?
(Ersatzwert: $\varphi = -45^\circ$)

| |
|-------------|
| $\varphi =$ |
|-------------|

- 1.5. Geben Sie allgemein den komplexen Eingangsleitwert \underline{Y} an den Klemmen A-B in Abhängigkeit der Kreisfrequenz ω und der Bauteile R, L und C an.

| |
|--|
| |
|--|

- 1.6. Der Betrag der an den Klemmen A-B insgesamt aufgenommenen Scheinleistung beträgt $S = 180 \text{ VA}$.

a) Geben Sie die **komplexe** Scheinleistung \underline{S} an.

| |
|--|
| |
|--|

b) Berechnen Sie den **komplexen** Widerstand \underline{Z} .

| |
|--|
| |
|--|

c) Berechnen Sie den ohmschen Widerstand R, die Induktivität L und die Kapazität C.
(Ersatzwerte: $R = 15,3 \Omega$; $L = 105,7 \text{ mH}$; $C = 0,74 \text{ mF}$)

| |
|--|
| |
|--|

- 1.7. Mit welcher Frequenz f müsste die Schaltung betrieben werden, damit der Eingangsstrom \underline{I} und die Eingangsspannung \underline{U} in Phase sind?

| |
|--|
| |
|--|

Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

Eine Batterie (U_{Bat}) versorgt einen Verbraucher (R_L) mit Energie. Für die korrekte Funktion des Verbrauchers ist es wichtig, dass die Verbraucherspannung U_L ca. 5V beträgt. Selbst wenn sich die Batteriespannung U_{Bat} oder der Widerstand R_L verändern, soll U_L möglichst konstant bleiben.

Zur Erzeugung dieser „stabilen“ Spannung U_L wird die in Abb. 1 gezeigte Schaltung verwendet. Das Bauteil ZD ist eine sog. **Zenerdiode**. Die Zenerdiode verhält sich in dieser Schaltung so, als würde sie aus der Reihenschaltung einer Spannungsquelle U_{Z0} und einem Widerstand R_Z bestehen.

Zur Bearbeitung dieser Aufgabe kann daher das Ersatzschaltbild (Abb. 2) verwendet werden. (Abb. 1 wird nicht weiter benötigt!)

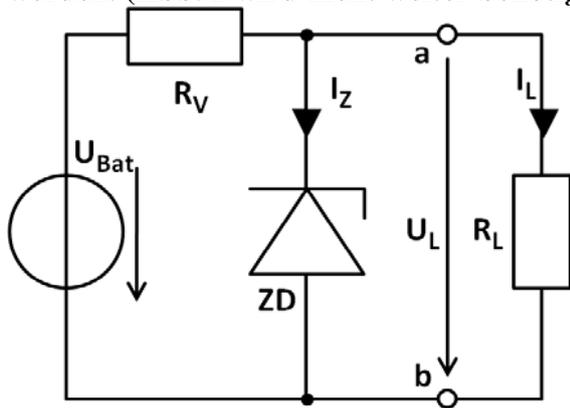


Abb. 1

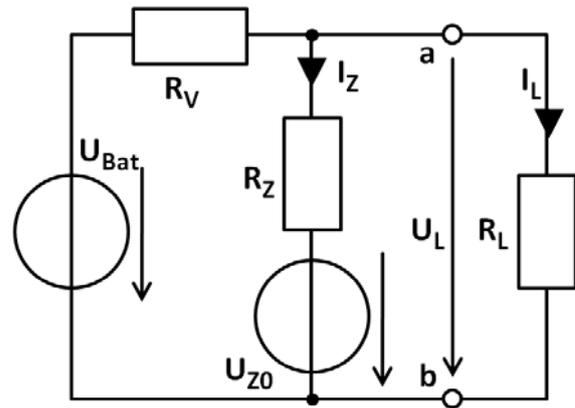


Abb. 2

Daten der Bauelemente: $U_{\text{Bat}} = 12\text{V}$; $R_V = 150\Omega$; $U_{Z0} = 4,9\text{V}$; $R_Z = 10\Omega$

2.1. Die Schaltung soll links der Klemmen a-b in eine äquivalente Ersatzspannungsquelle mit den Kenngrößen U_0 (Leerlaufspannung) und R_i (Innenwiderstand) umgeformt werden. Berechnen Sie den Ersatzinnenwiderstand R_i links der Klemmen a-b.

(Ersatzwert: $R_i = 15\Omega$)

2.2. Berechnen Sie die Ersatzleerlaufspannung U_0 links der Klemmen a-b.

(Ersatzwert: $U_0 = 5,1\text{V}$)

2.3. Berechnen Sie für $R_L = 500\Omega$ den Verbraucherstrom I_L und die Verbraucherspannung U_L .

2.4. Wenn R_L verkleinert wird, dann steigt der Strom I_L , dadurch sinkt der Strom I_Z . Für die Funktion der Zenerdiode ist es aber wichtig, dass I_Z mindestens 5mA beträgt. Wie groß ist die Spannung U_L bei $I_Z = 5\text{mA}$? Welche Spannung U_{RV} fällt dabei am Widerstand R_V ab? (Ersatzwert: $U_{RV} = 6\text{V}$)

2.5. Wie groß ist der minimal zulässige Widerstand R_L in Unterpunkt 2.4. (es gilt weiterhin $I_Z = 5\text{mA}$)? (Tipp: Berechnen Sie zunächst den Gesamtstrom durch R_V und danach den Strom durch R_L .)

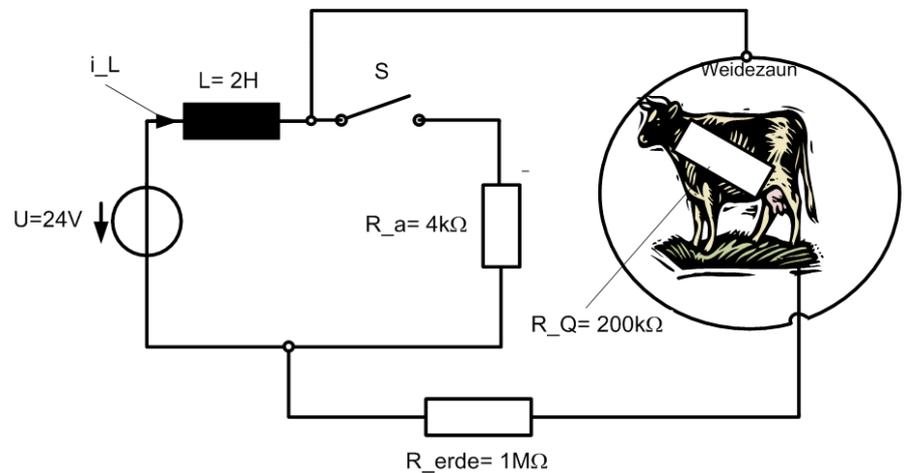
2.6. Bei einer Batteriespannung $U_{\text{Bat}} = 12\text{V}$ und einem Verbraucherwiderstand $R_L = 1\text{k}\Omega$ fließt ein Gesamtstrom von 45mA durch R_V . Durch den Verbraucher R_L fließt ein Strom von 5mA. Wie groß sind die von der Batterie abgegebene Leistung P_{Bat} und die vom Verbraucher aufgenommene Leistung P_{Last} ? Wie groß ist der Wirkungsgrad η der Schaltung?

Aufgabe 3 (ca. 17 Punkte)

Eine Mittenwälder Kuh (Q) will das Risiko eines Ausbruchsversuchs aus der Umzäunung selbst überprüfen, indem sie den Weidezaun berührt. Die Zaun-Anlage hat folgende Schaltung:

Ein Steuergerät G schaltet den Schalter S periodisch 10 ms ein und danach 10 μ s aus.

Geg: $L = 2 \text{ H}$
 $R_{\text{erde}} = 1 \text{ M}\Omega$
 $R_Q = 200 \text{ k}\Omega$
 $R_a = 4 \text{ k}\Omega$

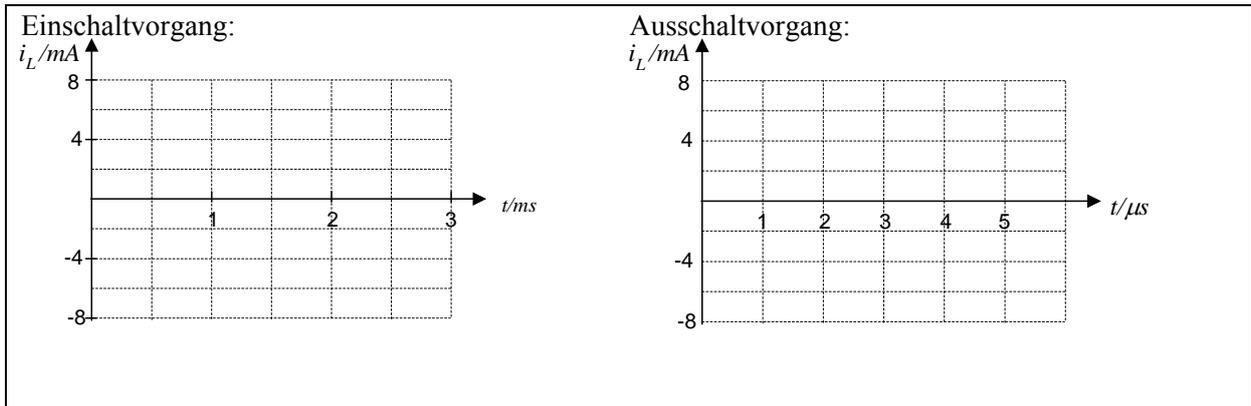


3.1. Zeichnen Sie die Schaltungen für die jeweiligen Zustände des Schalters:

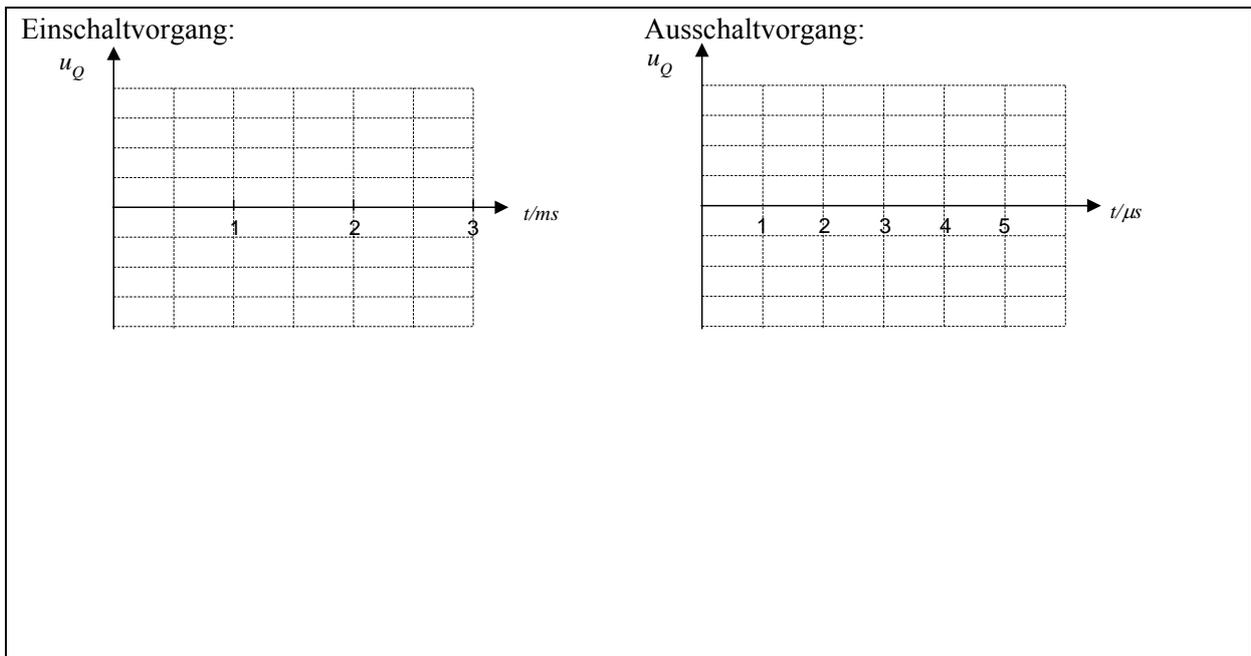
S= geschlossen und S = geöffnet. Welche Näherung gilt für S = geschlossen? (Diese Näherung darf bei den weiteren Berechnungen hergenommen werden!)

3.2 Bestimmen Sie die Zeitkonstanten τ_{ein} und τ_{aus} für das Ein- und Ausschalten, wenn Q den Zaun berührt. Gegen welchen Endwert konvergiert der Strom $i_L(t)$ beim jeweiligen Schaltvorgang?

3.3 Bzgl. der angegebenen Zeitmaßstäbe wird der Schalter S jeweils zum Zeitpunkt $t = 0$ geschlossen bzw. geöffnet. Zeichnen Sie die Stromverläufe $i_L(t \geq 0)$ über der Zeit in den angegebenen Diagrammen ein. Gehen Sie vor den Schaltpunkten jeweils vom stationären Endwert des vorhergehenden Schaltzustandes aus.



3.4 Welchen Spannungsverlauf $u_Q(t)$ erfährt die Kuh Q? Skizzieren Sie Verläufe für $u_Q(t)$ entsprechend Aufgabenteil 3.3. in den u.g. Diagrammen. Wählen Sie jeweils einen sinnvollen Maßstab für den Ein- und den Ausschaltvorgang und beurteilen Sie Spannungshöhe hinsichtlich der erwünschten Wirkung!



3.5 Welcher Maximalstrom I_{Qmax} fließt in Q beim Spannungsschlag? (Ersatzwert: $I_{Qmax}=10mA$)

3.6 Wie groß ist die maximale Schock-Leistung ?

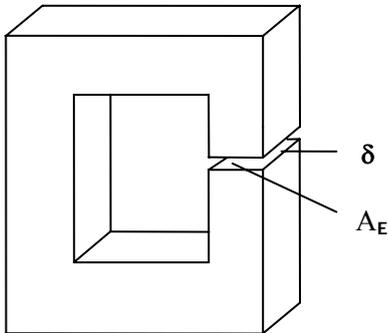
3.7 Wie könnte Q den elektrischen Schlag verhindern? (1 Punkt)

Wir bitten die Ergebnisse des Punkt 3.7 vertraulich zu behandeln, um die Ausbreitung der Rindviecher in Bayern einzudämmen.

Aufgabe 4 (ca. 14 Punkte)

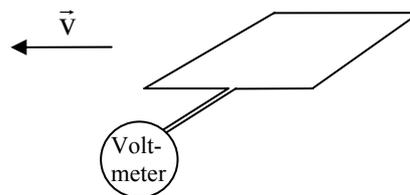
Eine quadratische Fluss-Messspule (MS) habe einen Querschnitt von $A_{MS} = 1\text{cm} \times 1\text{cm} = 1\text{cm}^2$ sowie eine Windungszahl $N_{MS} = 10$.

Eisenkreis EK: ($\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$, $\mu_{r,Fe} \rightarrow \infty$)

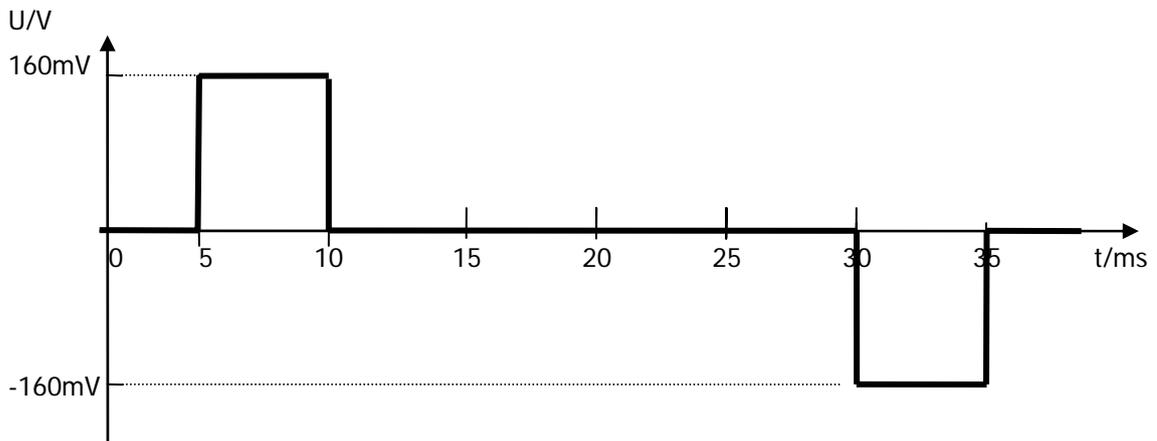


Messspule MS:

Die MS ist nicht maßstäblich zum EK!



Die Messspule wird zur Erfassung des magnetischen Flusses eines ideal ferromagnetischen Eisenkreises (EK,) mit einer Fläche von $A_{EK} = 5\text{cm} \times 5\text{cm} = 25\text{cm}^2$ durch den Luftspalt δ mit der Länge $l_\delta = 3\text{mm}$ gezogen und erzeugt dabei am Oszillografen folgendes Bild:

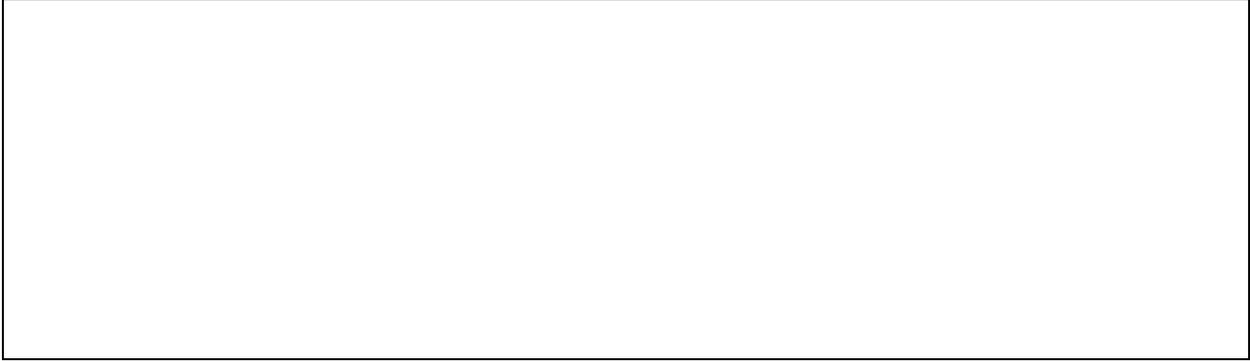


- 4.1 Um den Eisenkern wird eine Spule gewickelt, die den Eisenkreis magnetisch erregt! Zeichnen Sie in die obige Skizze eine Durchflutungswicklung ein! Legen Sie eine Stromrichtung fest und geben Sie die Flussrichtung des sich ausbildenden Flusses an!
- 4.2 Bestimmen Sie die Geschwindigkeit, mit der die Messspule durch den Luftspalt gezogen wird!

- 4.3 Wie nennt man das Gesetz, welches die gemessene Spannung erklärt? Geben Sie die allgemeine Gleichung an

Achten Sie bei den folgenden Aufgabenteile auf die Windungszahl $N_{MS} = 10$ der Messspule!

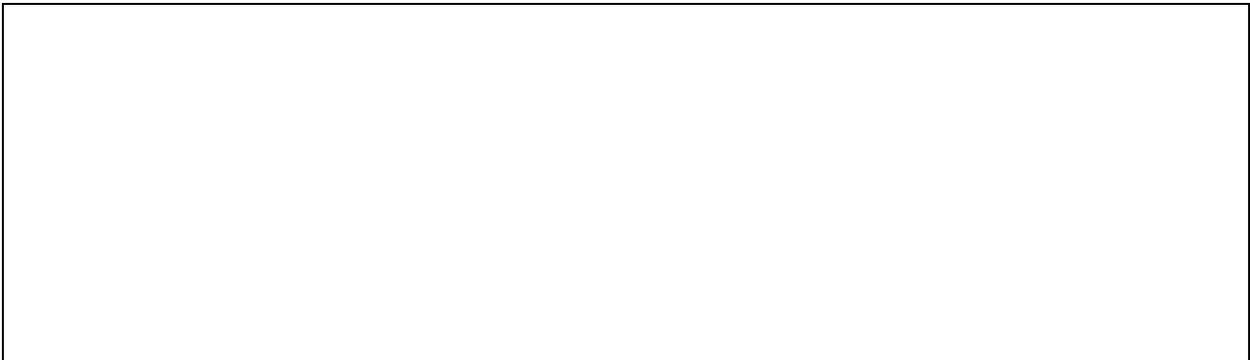
- 4.4 Ermitteln Sie den zeitlichen Flussverlauf in der Messspule, und zeichnen Sie diesen in das Zeitdiagramm auf der vorherigen Seite mit ein. (Wählen Sie selbst eine sinnvolle Achsenskalierung).



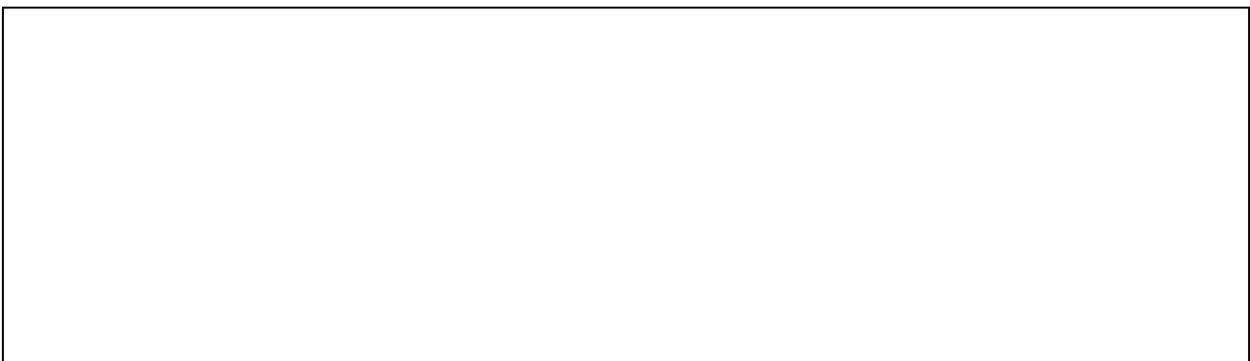
- 4.5 Berechnen Sie nun die Flussdichte B im Luftspalt des Eisenkreises. (Ersatzwert: $B=1,2$ T)



- 4.6 Welche elektrische Durchflutung Θ im Eisenkreis ist erforderlich, um diese Flußdichte B zu erreichen? (Ersatzwert: $\Theta = 2000$ A)



- 4.7 Angenommen, die Spule, die Sie unter 4.1 eingezeichnet haben, habe die Windungszahl $N_{EK} = 100$. Wie groß ist dann ihre Induktivität?



--- Viel Erfolg!!! ---