

2. Klausur
Grundlagen der Elektrotechnik I-B
22. Juli 2005



Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

Bitte den Laborbeteuer ankreuzen		
Amra Anneck	Mustapha El Abdouni	Alexander Lösch
Gudrun Feix	Stefan Kender	Inken Sonntag
Ghislain Mouil Sil	Sascha Laue	Christoph Gertler
Yvonne Knoll	Daniel Schlüter	Holger Nahrstaedt
Martin Bohac	Xiaonan Sun	Steffen Kühn
Wiederholer	sonstiges	nicht sicher

Bearbeitungszeit: 135 Minuten

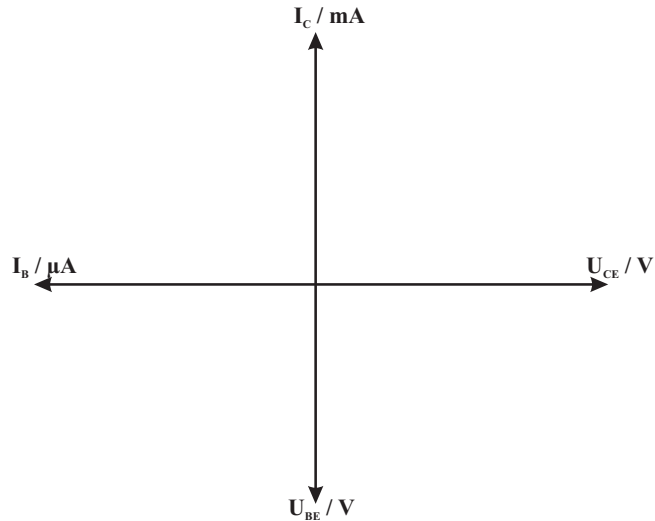
- Trennen Sie den Aufgabensatz **nicht** auf.
- Benutzen Sie für die Lösung der Aufgaben **nur** das mit diesem Deckblatt ausgeteilte Papier. **Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben werden, können nicht gewertet werden.** Weiteres Papier kann bei den Tutoren angefordert werden.
- **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift!
- Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz!**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe

1. Aufgabe (5 Punkte): Fragen aus verschiedenen Gebieten

1.1. Kombiniertes Kennlinienfeld (1 Punkt)

Skizzieren Sie qualitativ die Kennlinien aller vier Quadranten des kombinierten Kennlinienfeldes einer Emitterschaltung.

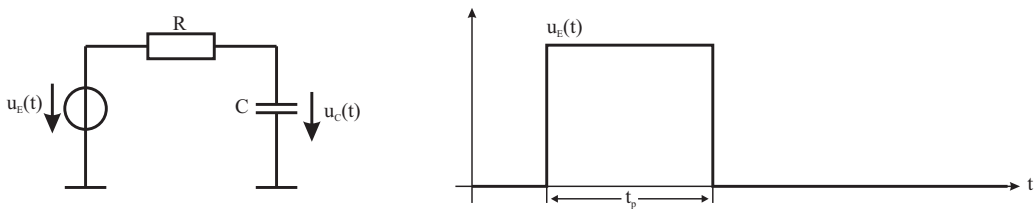


1.2. Klirrfaktor (0,5 Punkte)

Geben Sie die Formel für den Klirrfaktor k eines Strom- oder Spannungssignales an.

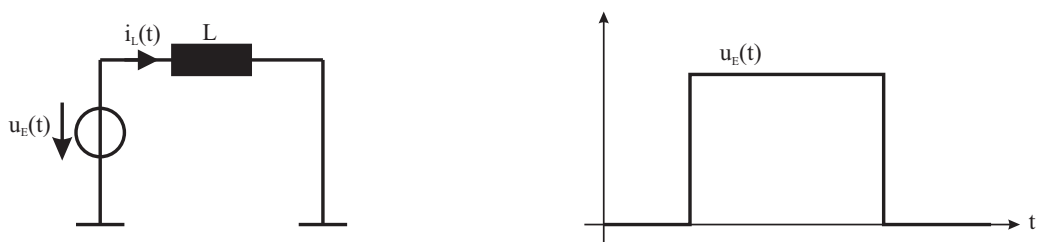
1.3. Spannung am Kondensator (0,5 Punkte)

Skizzieren Sie im Diagramm die Spannung $u_C(t)$ am Kondensator C für $t_p > 5 \cdot R \cdot C$.



1.4. Strom in einer Spule (0,5 Punkte)

Skizzieren Sie im Diagramm den Strom $i_L(t)$ in der Spule L .



1.5. Magnetischer Fluß (0,5 Punkte)

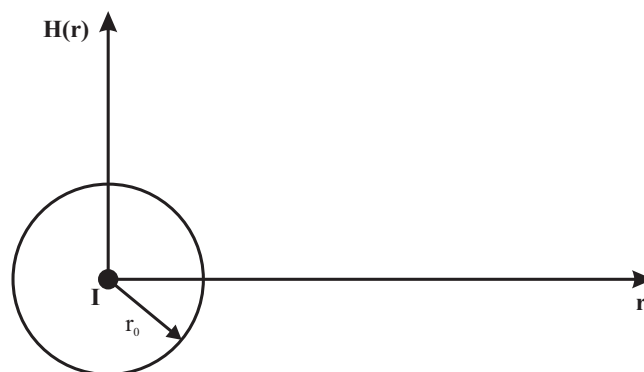
Geben Sie die Formel für den allgemeinen Zusammenhang zwischen dem magnetischen Fluß Φ und der Flußdichte B an.

1.6. Relative Permeabilität (0,5 Punkte)

Geben Sie die **drei** magnetischen Werkstoffe und ihre relative Permeabilität μ_r an.

1.7. Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters (1 Punkt)

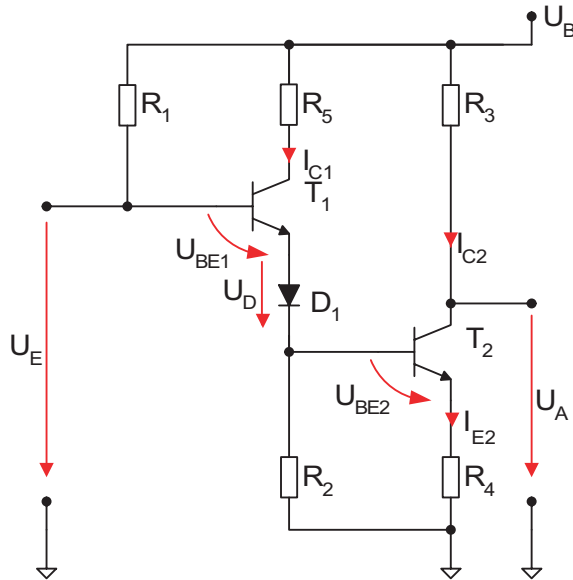
Skizzieren Sie im Diagramm den Verlauf der magnetischen Feldstärke $H(r)$.

**1.8. h-Parameter (0,5 Punkte)**

Geben Sie die physikalische Bedeutung der h-Parameter h_{11} , h_{12} , h_{21} und h_{22} **und** deren Einheit (soweit vorhanden) an.

2. Aufgabe (5 Punkte): Dimensionierung einer Transistorschaltung

Gegeben ist folgende Transistorschaltung bestehend aus den Transistoren T_1 und T_2 , der Diode D_1 und den Widerständen $R_1 \dots R_5$:



$I_{C1} = 15 \text{ mA}$	$U_{BE1} = U_{BE2} = 0,7 \text{ V}$	$U_B = 20 \text{ V}$
$B_{T1, T2} = 300$	$U_{D0} = 5 \text{ V}$	$R_2 = 600 \Omega$
$R_3 = 500 \Omega$	$R_D = 1 \Omega$	$U_A = 15 \text{ V}$

Hinweis: Für die Diode gilt: $R_T = \infty$
 Zur **Vereinfachung** ist für T_1 und T_2 die Näherung $I_E \approx I_C$ zu verwenden (mit $I_{B2} \approx 0$).

Anmerkung: Der Lösungsweg **muss klar** erkennbar sein!

2.1. Berechnung I_{E2} (1 Punkt)

Berechnen Sie den Strom I_{E2} .

2.2. Berechnung R_1 und R_4 (2 Punkte)

Berechnen Sie die Widerstände R_1 und R_4 mit der Vereinfachung $I_E \approx I_C$ und $I_{B2} \approx 0$. Nehmen Sie an, dass U_E keinen Stromanteil liefert.

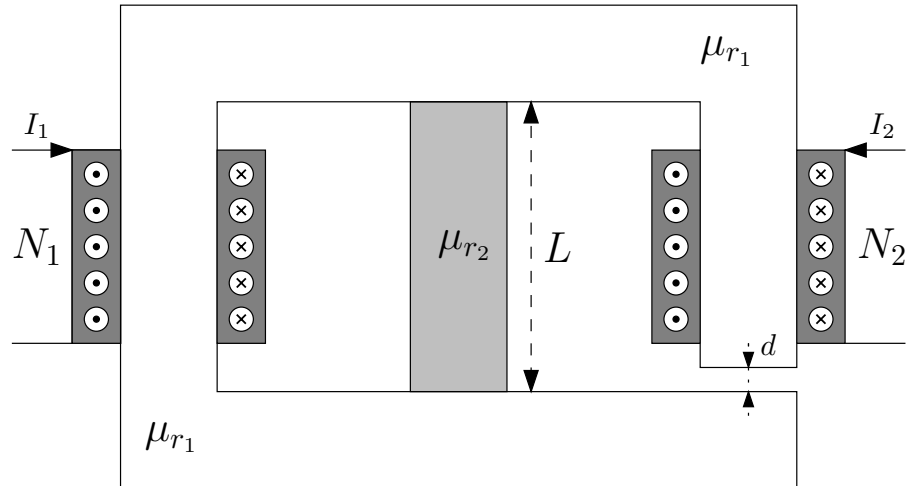
2.3. Berechnung U_{CE1} und U_{CE2} (2 Punkte)

Berechnen Sie die Spannungen U_{CE1} und U_{CE2} der beiden Transistoren.

Hinweis: $R_2 = 10 * R_5$

3. Aufgabe (5 Punkte): Der magnetische Kreis

Gegeben ist die folgende magnetische Anordnung:



$L = 10 \text{ cm}$, $d = 0,628 \text{ mm}$ (Luftspalt), Querschnittsfläche $A = 1 \text{ cm}^2$, $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$,
 $\mu_{r1} \rightarrow \infty$, $\mu_{r2} = \frac{1000}{1,256}$, $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = 1 \text{ A}$, $N_1 = 250$, $N_2 = 500$

Hinweis: Die im Folgenden zu berechnenden Werte müssen als Zahlenwerte *ausgerechnet* werden. Die Angabe von lediglich der Formel ist nicht ausreichend!

3.1. Ersatzschaltbild (2 Punkte)

Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der magnetischen Anordnung und berechnen Sie die magnetischen Widerstände und magnetischen Spannungen des Ersatzschaltbildes.

3.2. Magnetischer Fluss (2,5 Punkte)

Berechnen Sie die magnetischen Flüsse ϕ_1 , ϕ_2 und $\phi_{\mu r_2}$ nach dem Superpositionsprinzip.

3.3. Magnetische Spannung über dem Luftspalt (0,5 Punkte)

Berechnen Sie die magnetische Spannung über dem Luftspalt der Breite d .

4. Aufgabe (5 Punkte): Induktionsgesetz

Eine rechteckige Leiterschleife mit dem Widerstand R bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit v durch die dargestellten räumlich begrenzten Magnetfelder. Beide Magnetfelder sind in ihrem Wirkungsbereich homogen und haben hier die gleiche magnetische Induktion B . Die Skizze zeigt die Anordnung zum Zeitpunkt $t = 0$.

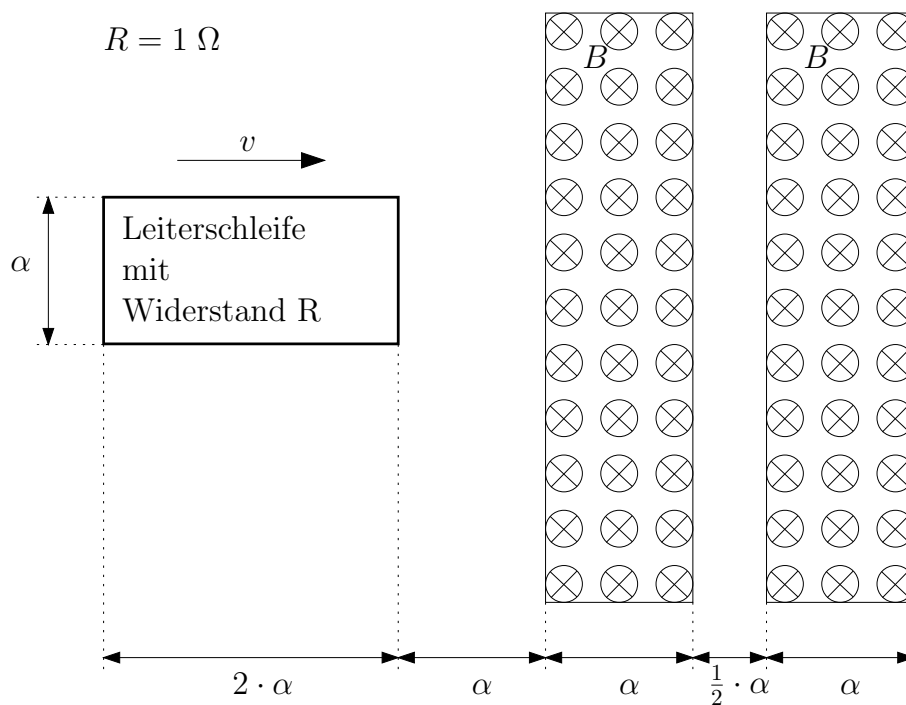
$$v = 10 \frac{cm}{s}$$

$$\alpha = 10 \text{ cm}$$

$$B = 1 \text{ T}$$

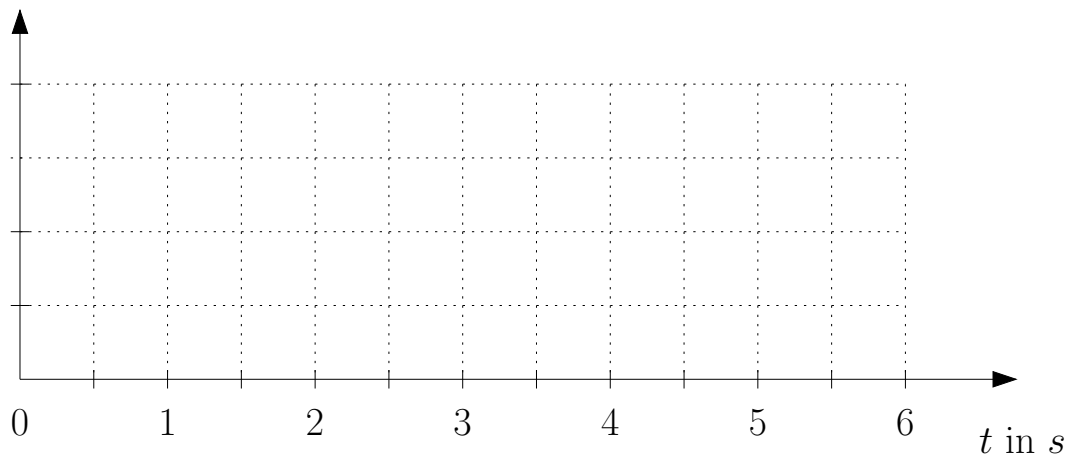
$$R = 1 \Omega$$

Momentaufnahme zum Zeitpunkt $t = 0$

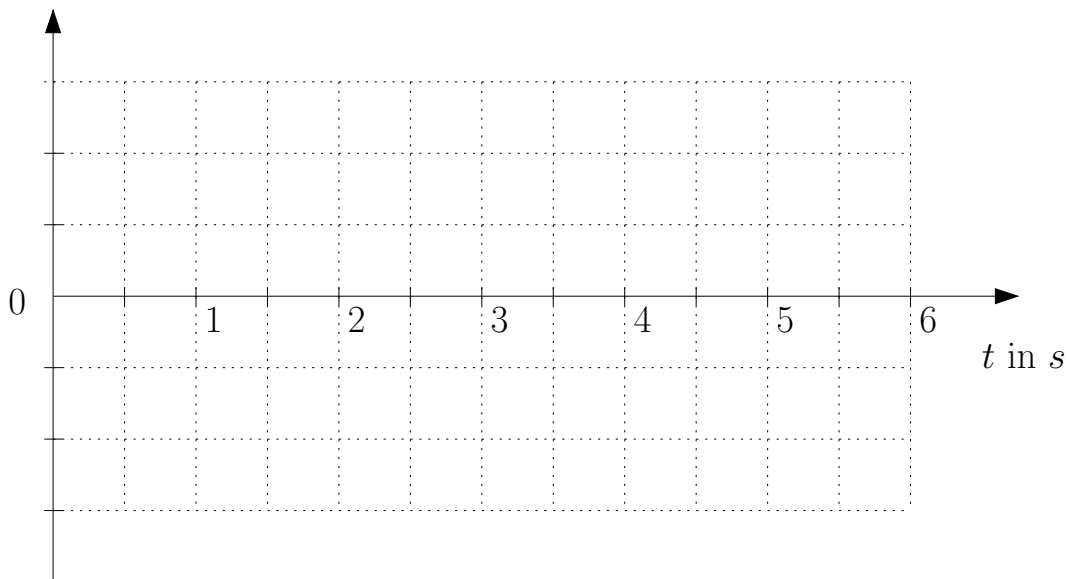


4.1. (2 Punkte)

Tragen Sie dann den zeitlichen Verlauf (für $t = 0 \dots 6s$) des magnetischen Flusses ϕ durch die Leiterschleife in das nachstehende Diagramm ein. Vervollständigen Sie die Achsenbeschriftung!

**4.2. (2,5 Punkte)**

Tragen Sie den zeitlichen Verlauf des Stromes in das nachfolgende Diagramm ein. Kennzeichnen Sie weiterhin die dazu passende Stromrichtung in der Aufgaben-Skizze. Achten Sie auch hier wieder auf die korrekte Achsenbeschriftung.

**4.3. (0,5 Punkte)**

Wie groß wird der Strom maximal, wenn die Geschwindigkeit v verdoppelt wird?

5. Aufgabe (5 Punkte): Kurzschluss- und Leerlaufversuch beim Transformator

5.1. Ersatzschaltbild (1 Punkt)

Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des Transformators mit R_1 , R'_2 , $L_{1\sigma}$, $L'_{2\sigma}$, R_{Fe} und M' . Kennzeichnen Sie die Spannungen \underline{U}_1 , \underline{U}'_2 und die Ströme \underline{I}_1 und \underline{I}'_2 . Welche Bauteile können jeweils im Kurzschlussversuch und im Leerlaufversuch vernachlässigt werden?

geg.

$$R_1 + j\omega L_{1\sigma} \ll R_{Fe} \parallel j\omega M', R_1 = R'_2, L_{1\sigma} = L'_{2\sigma}$$

$$U_{1,nenn} = 220V, I_{1,nenn} = 2A, f = 50Hz$$

5.2. Kurzschlussversuch (1.5 Punkte)

Im Kurzschluss werden folgende Werte gemessen:

$$P_{1,k} = 320W, U_{1,k} = 160, 5V$$

Berechnen Sie die Elemente des Kurzschlussversuches ($I_k = I_{1,nenn}$).

5.3. Leerlaufversuch (1.5 Punkte)

Im Leerlauf werden folgende Werte gemessen:

$$P_{10} = 4,56W, I_{10} = 0,132A$$

Berechnen Sie die Elemente des Leerlaufersatzschaltbildes ($U_{10} = U_{1,nenn}$).

5.4. Winkel φ_{10} (1 Punkt)

Welche Bedeutung hat der Winkel φ_{10} ? Warum ist das Vorzeichen von φ_{10} negativ? Erläutern Sie, wie Sie mit dem Oszilloskop φ_{10} messen können.

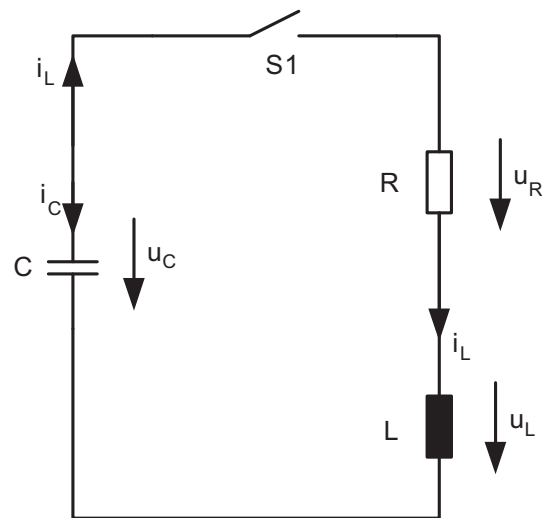
6. Aufgabe (5 Punkte): Ausgleichsvorgänge: Einschalten

In der nebenstehenden Schaltung ist der Kondensator C auf eine Spannung von $u_C = 7,5 \text{ kV}$ aufgeladen. Der Schalter $S1$ wird zum Zeitpunkt $t = 0$ geschlossen. Für die Bauteile gelten die folgenden Werte:

$$R = 0,1 \Omega$$

$$C = 1000 \mu\text{F}$$

$$L = 200\pi \mu\text{H}$$

**6.1. Maschengleichung (0.5 Punkte)**

Stellen Sie die Maschengleichung für die Zeit $t > 0$ auf. Der Schalter kann als ideal ($R_S = 0$) angenommen werden.

6.2. Differentialgleichung (1.5 Punkte)

Leiten Sie aus der Maschengleichung die Differentialgleichung für den Strom i_L in der Form

$$\frac{d^2}{dt^2} i_L + 2 \cdot \delta \frac{d}{dt} i_L + \omega_0^2 i_L = 0 \quad (1)$$

her. Geben Sie hierbei die Terme für δ und ω_0 an!

6.3. Randbedingungen (1 Punkt)

Welche Randbedingungen gelten für den Strom bei $t = 0$ und für $t \rightarrow \infty$?

6.4. Lösung (1 Punkt)

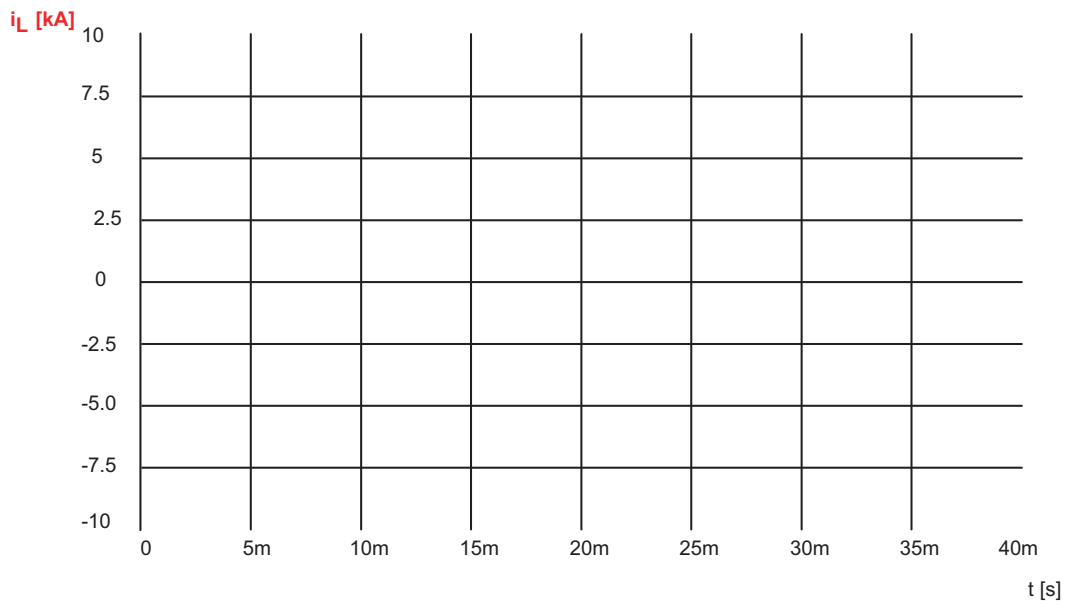
Mit $\delta < \omega_0$ liegt hier der Fall des **gedämpften, periodischen Einschwingens** vor. Geben Sie die Lösung für den Strom i_L .

Hinweis: Vereinfachen Sie für diesen Fall die Kreisfrequenz des periodischen Anteils mit

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \quad (2)$$

6.5. Zeichnen des Stromverlaufs (0.5 Punkte)

Zeichnen Sie **qualitativ** den Strom in das gegebene Strom-Zeit-Diagramm ein.



6.6. Begrenzung des maximal fließenden Stromes (0.5 Punkte)

Mit welcher schaltungstechnischen Maßnahme können Sie den maximal fließenden Strom $i_{L,max}$ begrenzen?

