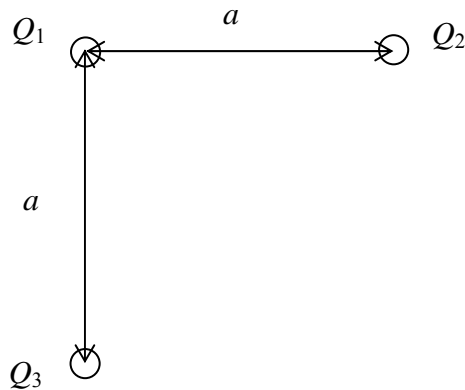


## Aufgabe 1: Elektrostatisches Feld und Kräfte



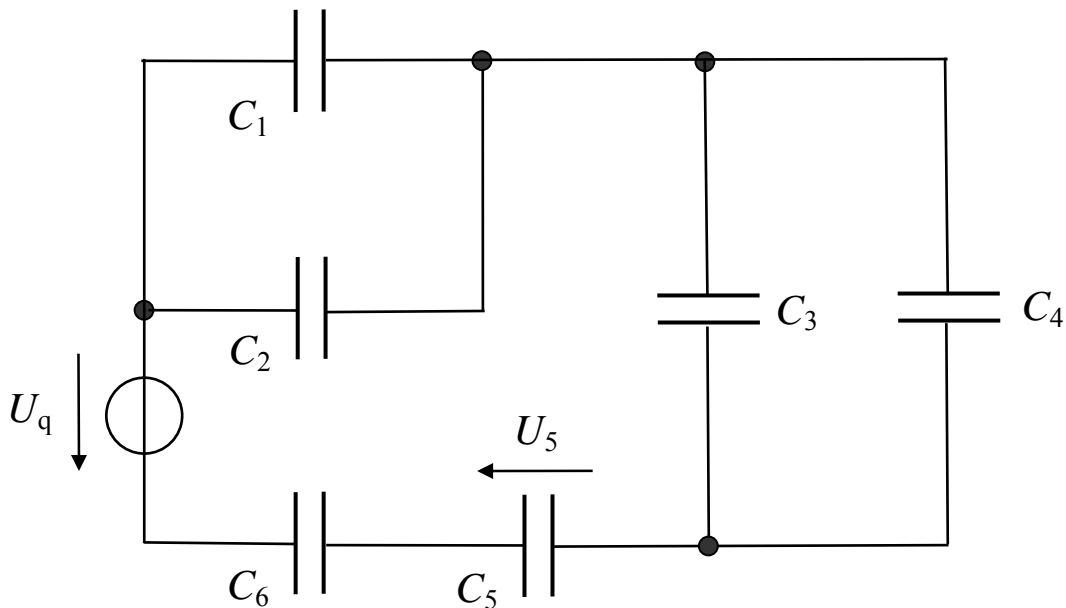
Die Punktladungen  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  bilden die Eckpunkte eines rechtwinkligen Dreiecks.

Daten:  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0,5 \text{ nAs}$  (positive Ladungen)

$a = 2 \text{ cm}$   $\epsilon_r = 1$

- Berechnen Sie den Betrag der Kraft auf die Ladung  $Q_1$  (2 Pt.) und zeichnen Sie den Vektor im oben dargestellten Bild ein.
- Bestimmen Sie den Ort, wo eine zusätzliche negative Ladung  $Q_4 = -0,5 \text{ nAs}$  angeordnet werden muss, so dass auf  $Q_1$  keine Kraft wirkt. Berechnen Sie den gesuchten Ort und zeichnen Sie ihn im oben dargestellten Bild ein.
- Zeichnen Sie (qualitativ) den Verlauf der Feldlinien im unten vorbereiteten Bild ein. (Feldlinien in der Ebene aufgespannt durch die drei Ladungen, ohne  $Q_4$ )



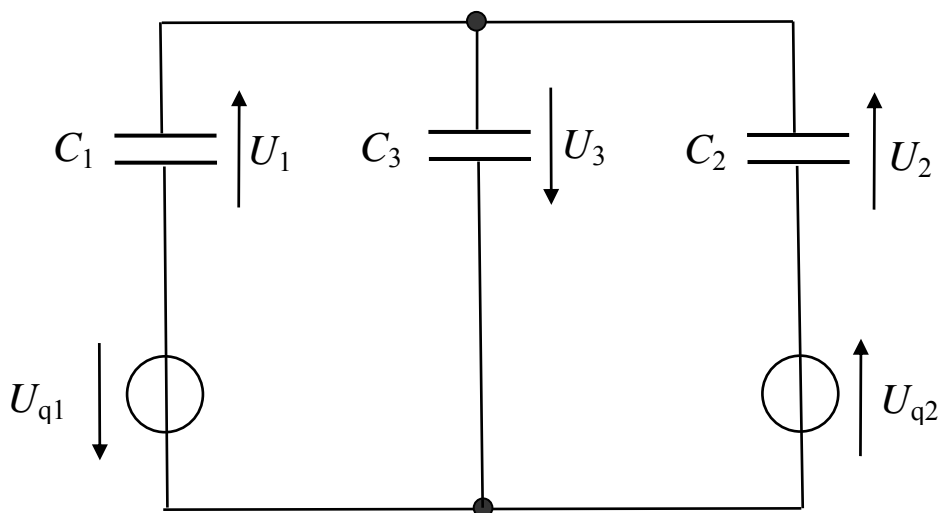
**Aufgabe 2: Spannung an Kondensator**

Daten:

$U_q = 12 \text{ V}$		
$C_1 = 1,5 \text{ }\mu\text{F}$	$C_2 = 1,5 \text{ }\mu\text{F}$	$C_3 = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$
$C_4 = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$	$C_5 = 1 \text{ }\mu\text{F}$	$C_6 = 2,2 \text{ }\mu\text{F}$

Die Spannungsquelle wird langsam hochgefahren, dabei werden die vorher spannungsfreien Kondensatoren aufgeladen.

Bestimmen Sie die Spannung  $U_5$ .

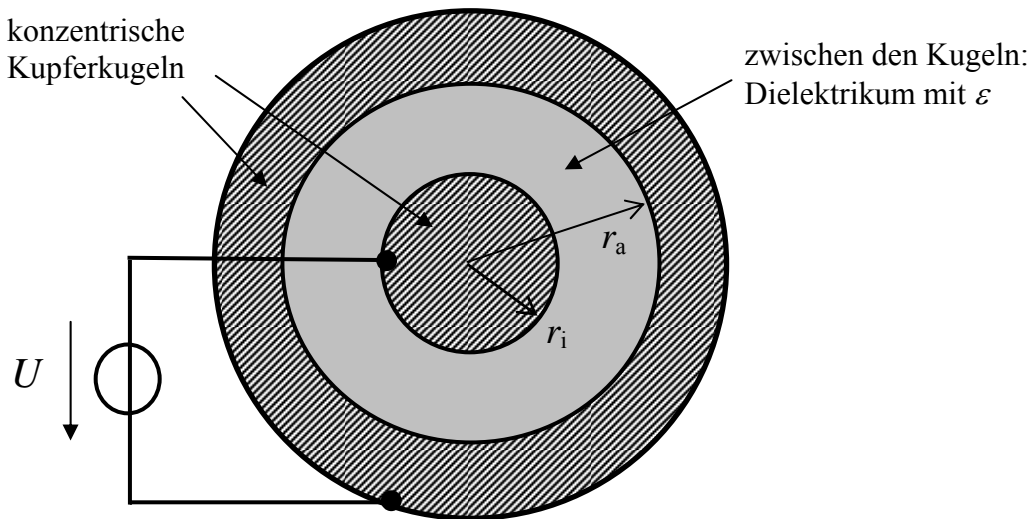
**Aufgabe 3: Netzwerk mit Kondensatoren**

Daten:

$U_{q1} = 20 \text{ V}$	$U_{q2} = 40 \text{ V}$	
$C_1 = 1 \text{ }\mu\text{F}$	$C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$	$C_3 = 3 \text{ }\mu\text{F}$

Die Spannungsquellen werden langsam hochgefahren, dabei werden die vorher spannungsfreien Kondensatoren aufgeladen.

Bestimmen Sie die Spannungen  $U_1$ ,  $U_2$  und  $U_3$ .

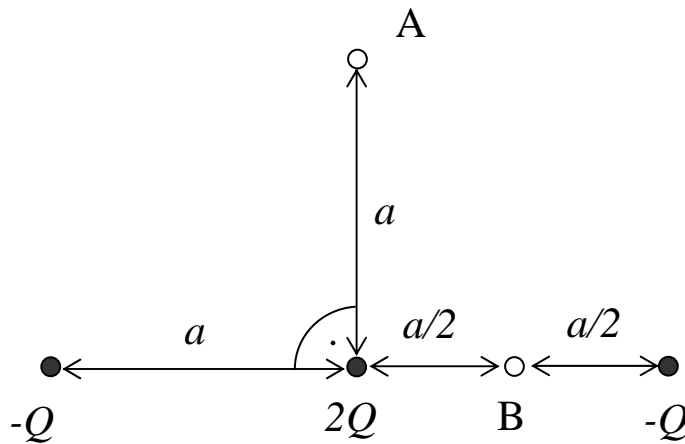
**Aufgabe 4: Feldstärke im Kugelkondensator**

Der im Querschnitt abgebildete Kugelkondensator wird an eine Spannungsquelle angeschlossen, die von Null aus langsam auf die Spannung  $U$  hochgefahren wird.

Bestimmen Sie das Verhältnis  $r_i / r_a$ , so dass die Feldstärke im Dielektrikum an der Oberfläche der Innenkugel (Radius  $r_i$ ) bei einer gegebenen Kondensatorspannung (und einem  $r_a$ ) minimal wird.

### Aufgabe 1: Elektrostatisches Feld und Kräfte

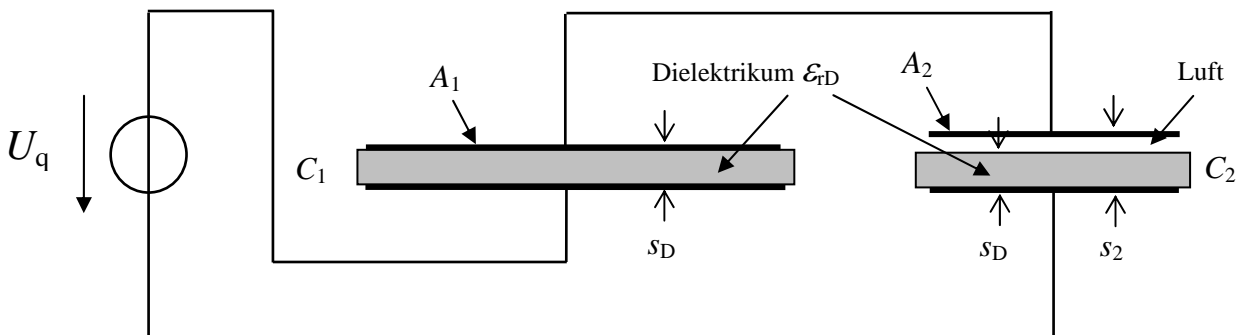
Drei Punktladungen sind gemäss Bild auf einer Linie angeordnet. (Medium: Luft)



Daten:  $|Q| = 1 \text{ nC}$   $a = 10 \text{ cm}$

- Bestimmen Sie die elektrischen Feldstärken in den Punkten A und B .  
(Betrag berechnen und Richtung in der Zeichnung eintragen)
- Zeichnen Sie die Feldlinien im Bild ein.

### Aufgabe 2: Plattenkondensatoren

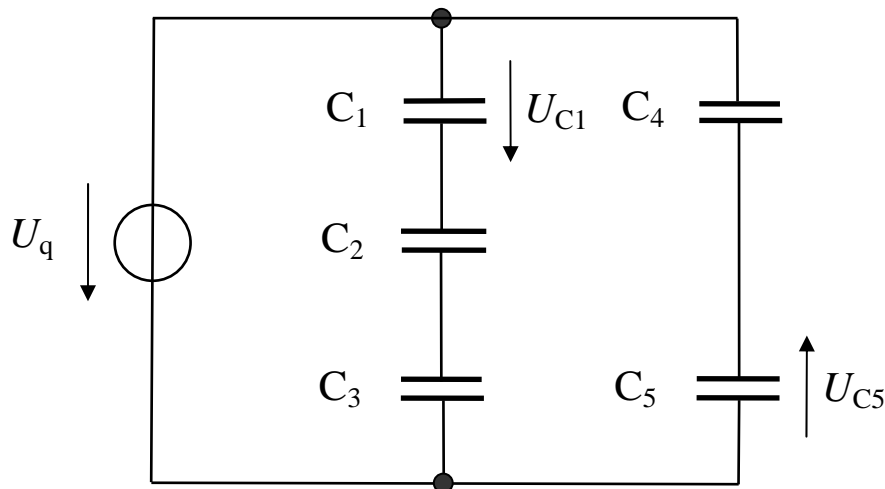


Daten: Streuung vernachlässigen  
 $A_1 = 2000 \text{ cm}^2$   $A_2 = 1000 \text{ cm}^2$   
 $s_D = 5 \text{ mm}$   $\epsilon_{rD} = 7$

- Für  $U_q = 2 \text{ kV}$  und  $s_2 = 8 \text{ mm}$ :  
Bestimmen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärken  $E$  im Dielektrikum von  $C_1$ , sowie im Dielektrikum und in der Luft von  $C_2$ .
- Für  $U_q = 8 \text{ kV}$ :  
Bei welchem Wert von  $s_2$  erreicht die Feldstärke in der Luft bei  $C_2$  den Wert  $20 \text{ kV/cm}$  ?  
(das Mass  $s_D$  bleibt unverändert)

### Aufgabe 3: Netzwerk mit Kondensatoren

Die abgebildete Kondensatorschaltung wird mit der Spannungsquelle  $U_q$  langsam aufgeladen. Zu Beginn waren alle Kondensatoren entladen.



Daten:

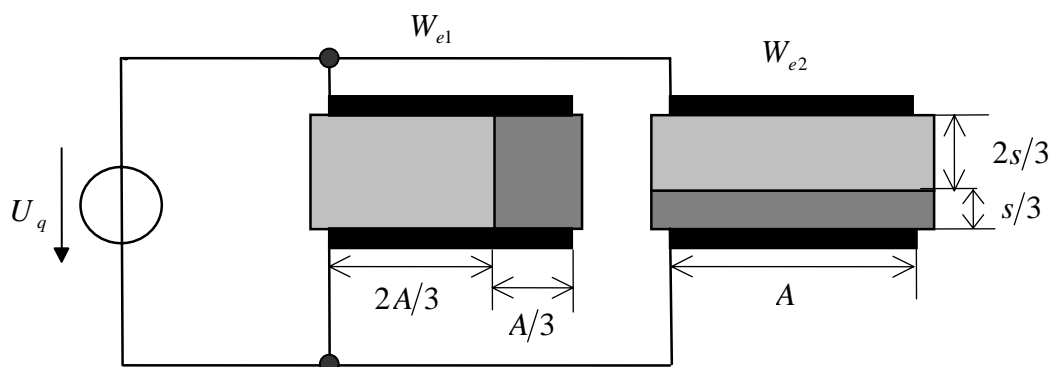
$C_1 = 5 \mu\text{F}$	$C_2 = 2 \mu\text{F}$	$C_3 = 1 \mu\text{F}$
$C_4 = 1 \mu\text{F}$	$C_5 = 3 \mu\text{F}$	

- Welche Quellenspannung  $U_q$  muss eingestellt werden, damit für  $U_{C1}$  eine Spannung von 40 V gemessen wird?
- Für  $U_q$  wird 300 V eingestellt:  
Bestimmen Sie die Spannung  $U_{C5}$ ,  
die in der Schaltung total gespeicherte Ladung  $Q_T$  und  
die total gespeicherte Energie  $W_T$ .

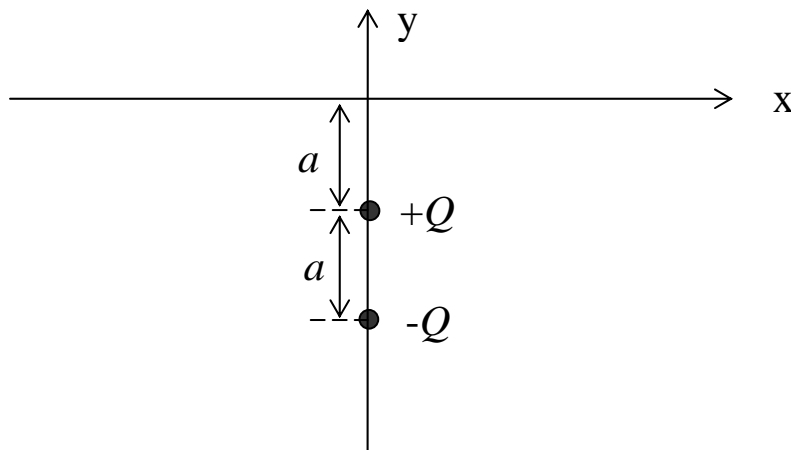
### Aufgabe 4: Energieverhältnis

Zwei Plattenkondensatoren haben gleiche Abmessungen (Fläche  $A$  und Abstand  $s$ ). Die beiden Dielektrika mit  $\epsilon_{r1}$  und  $\epsilon_{r2}$  sind jedoch verschieden angeordnet.

Daten:  $\epsilon_{r1} = 3$  helles Muster      Streuung vernachlässigen  
 $\epsilon_{r2} = 5$  dunkles Muster



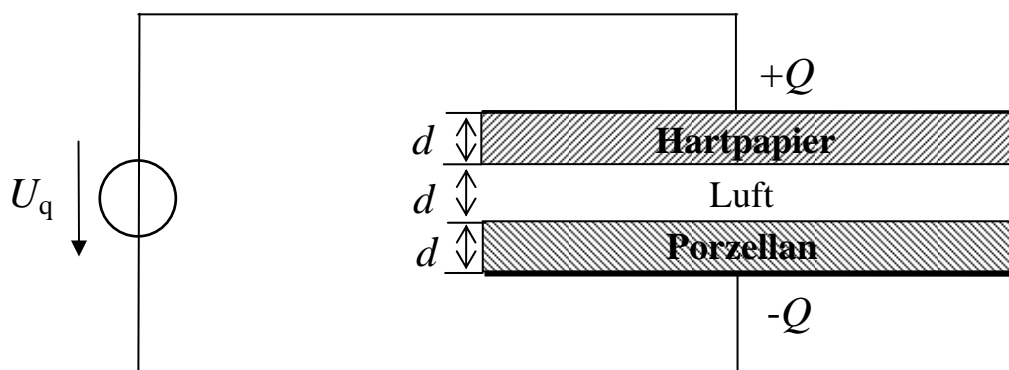
Berechnen Sie das Verhältnis der gespeicherten Energien  $\frac{W_{e1}}{W_{e2}}$  der beiden Anordnungen.

**Aufgabe 1: Elektrische Feldstärke**

Die beiden Punktladungen  $+Q$  und  $-Q$  sind vom Betrag her gleich gross und befinden sich im angegebenen Abstand auf der y-Achse des Koordinatensystems.

Sie verursachen im Raum mit  $\epsilon_r = 1$  (Luft) ein elektrostatisches Feld.

- Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf der Feldlinien in der xy-Ebene.
- Die Feldstärkevektoren auf der x-Achse können in eine x- und eine y-Komponente zerlegt werden.  
Leiten Sie die Formel für die x-Komponente der Feldstärkevektoren längs der x-Achse her:  
 $E_x = f(Q, a, x)$ .

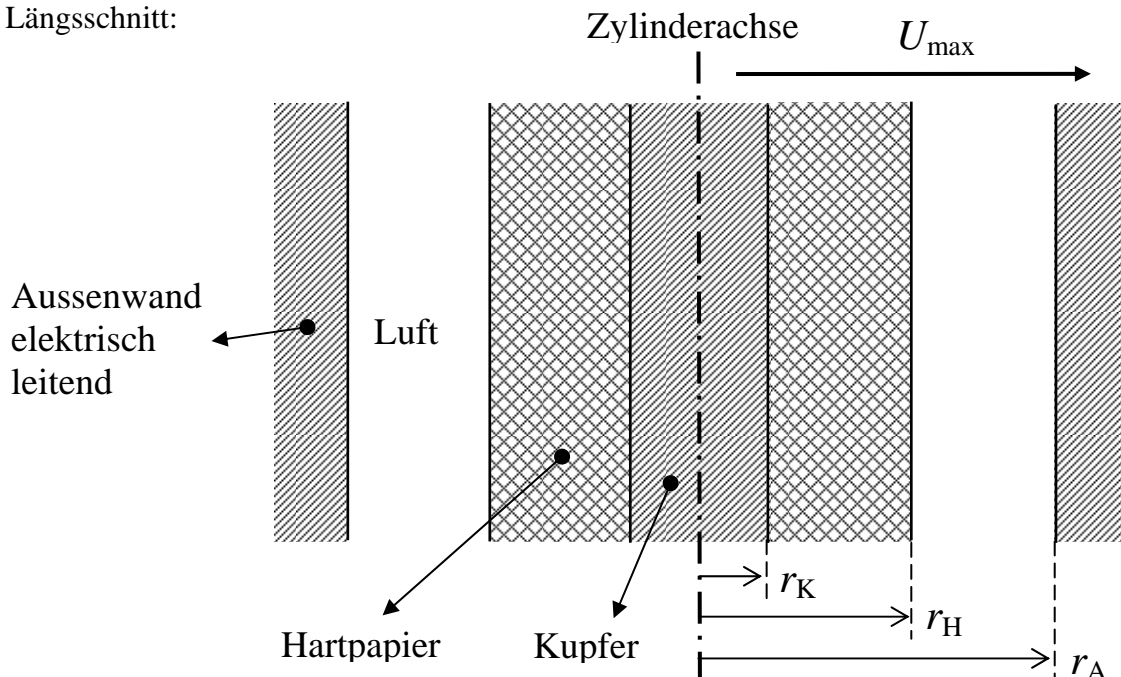
**Aufgabe 2: Plattenkondensator mit Mehrschichtdielektrikum**

Daten:	Spannung:	$U_q$	=	10 kV
	Plattenfläche:	$A$	=	200 cm <sup>2</sup>
	Schichtdicken:	$d$	=	5 mm
	Hartpapier:	$\epsilon_{rH}$	=	4,5
	Porzellan:	$\epsilon_{rP}$	=	6

- Bestimmen Sie die Beträge der in den drei verschiedenen Schichten auftretenden elektrischen Feldstärken  $E_H$ ,  $E_L$  und  $E_P$ .
- Berechnen Sie den Betrag der Ladungen  $Q$  auf den Platten.

### Aufgabe 3: Zylindrische Durchführung

Längsschnitt:



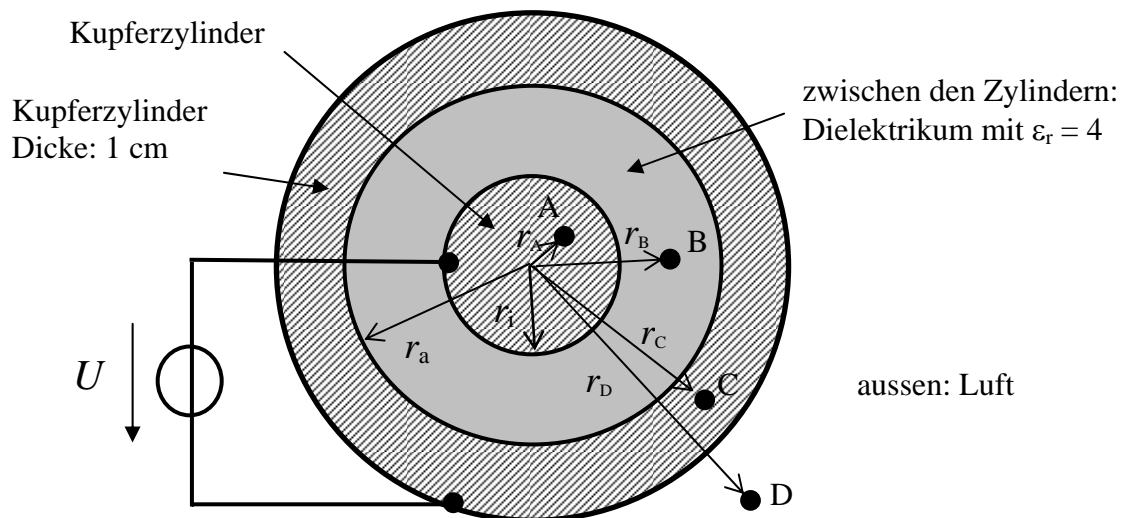
Daten:	Radius des Kupferleiters:	$r_K$	=	1 cm
	Aussenradius der Hartpapierisolation:	$r_H$	=	3 cm
	Radius des Lochs durch die Aussenwand:	$r_A$	=	5 cm
	relative Permittivität des Hartpapiers:	$\epsilon_{rH}$	=	4,5
	Durchschlagsfestigkeit des Hartpapiers:	$E_{DH}$	=	200 kV/cm
	Durchschlagsfestigkeit der Luft:	$E_{DL}$	=	20 kV/cm

Bestimmen Sie die maximale Spannung  $U_{\max}$ , die zwischen dem Kupferleiter und der Aussenwand (Erde) angelegt werden darf, so dass nirgends die Durchschlagsfestigkeit überschritten wird.

### Aufgabe 4: Kraft auf Plattenkondensator

Daten:	Spannung am Kondensator:	$U$	=	8 kV
	Fläche der Kondensatorplatten:	$A$	=	200 cm <sup>2</sup>
	im Kondensator gespeicherte Energie:	$W_e$	=	400 μWs
	das Dielektrikum ist Luft			

Berechnen Sie die Kraft, mit der sich die Platten des Kondensators anziehen.

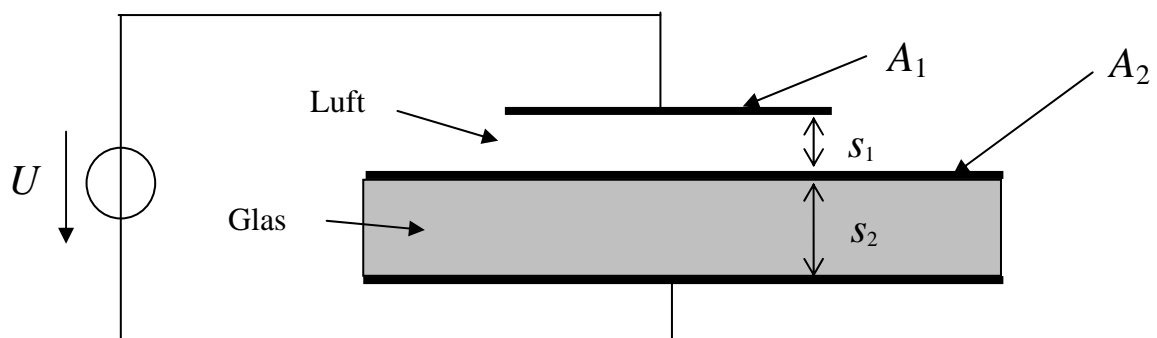
**Aufgabe 1: Elektrische Feldstärken bei einer zylindrischen Anordnung**

Daten:  $U = 4 \text{ kV}$      $r_i = 1 \text{ cm}$      $r_a = 3 \text{ cm}$      $l = 1 \text{ m}$   
 $r_A = 0,5 \text{ cm}$      $r_B = 2 \text{ cm}$      $r_C = 3,5 \text{ cm}$      $r_D = 5 \text{ cm}$

Der im Querschnitt abgebildete Zylinderkondensator (Länge  $l$ ) wird an eine Spannungsquelle angeschlossen, die von Null aus langsam auf die Spannung  $U$  hochgefahren wird.

Berechnen Sie die Beträge der Vektoren der el. Feldstärken in den Punkten A, B, C und D .

Zeichnen Sie die Richtung der Vektoren im Bild ein.

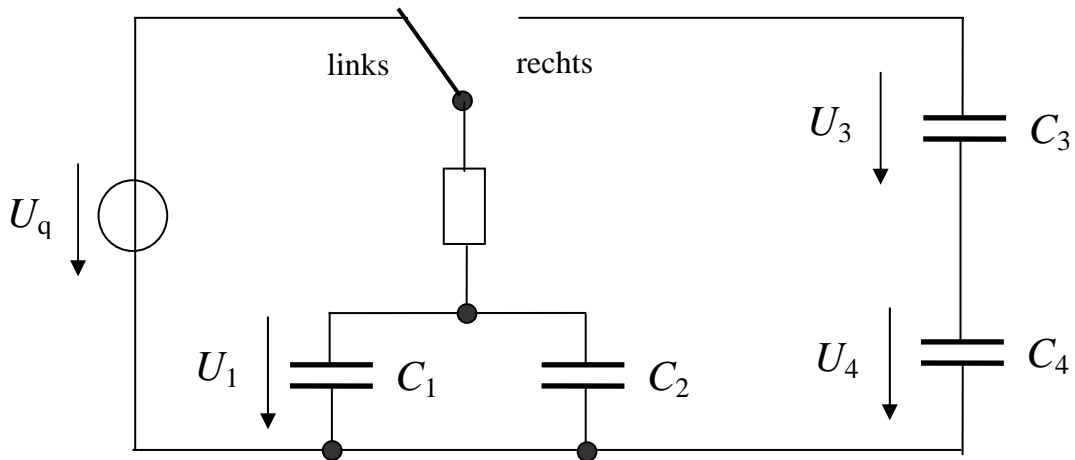
**Aufgabe 2: Anordnung mit drei planparallelen Platten**

Daten:  $U = 6 \text{ kV}$     Glas:  $\epsilon_r = 4$   
 $A_1 = 20 \times 20 \text{ cm}$      $A_2 = 30 \times 30 \text{ cm}$      $s_1 = 2 \text{ mm}$

Die im Querschnitt abgebildete Anordnung von planparallelen Platten wird an eine Spannungsquelle angeschlossen, die von Null aus langsam auf die Spannung  $U$  hochgefahren wird.

- Berechnen Sie den Plattenabstand  $s_2$  im Glas, sodass die Feldstärke im Luftraum der Anordnung  $20 \text{ kV/cm}$  beträgt.
- Wie gross ist die Gesamtkapazität der Anordnung bei  $s_2 = 6 \text{ mm}$  ?



**Aufgabe 3: Kondensatorschaltung**

Daten:  $U_q = 20 \text{ V}$

$C_1 = 1 \text{ } \mu\text{F}$

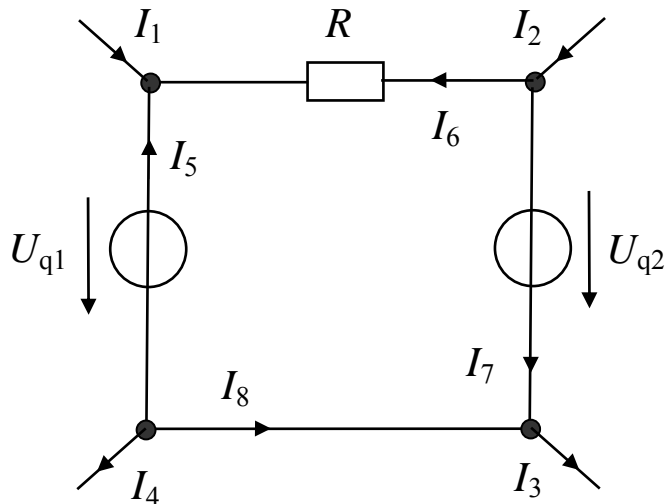
$C_2 = 2 \text{ } \mu\text{F}$

$C_3 = 3 \text{ } \mu\text{F}$

$C_4 = 4 \text{ } \mu\text{F}$

In der eingezeichneten Schalterstellung "links" wird die Spannungsquelle hochgefahren und die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  aufgeladen. Anschliessend wird der Schalter in die Stellung "rechts" gebracht. Dabei werden die vorher spannungsfreien Kondensatoren  $C_3$  und  $C_4$  zugeschaltet. (NB: der eingezeichnete Widerstand ist nur für den Ausgleichsvorgang von Bedeutung)

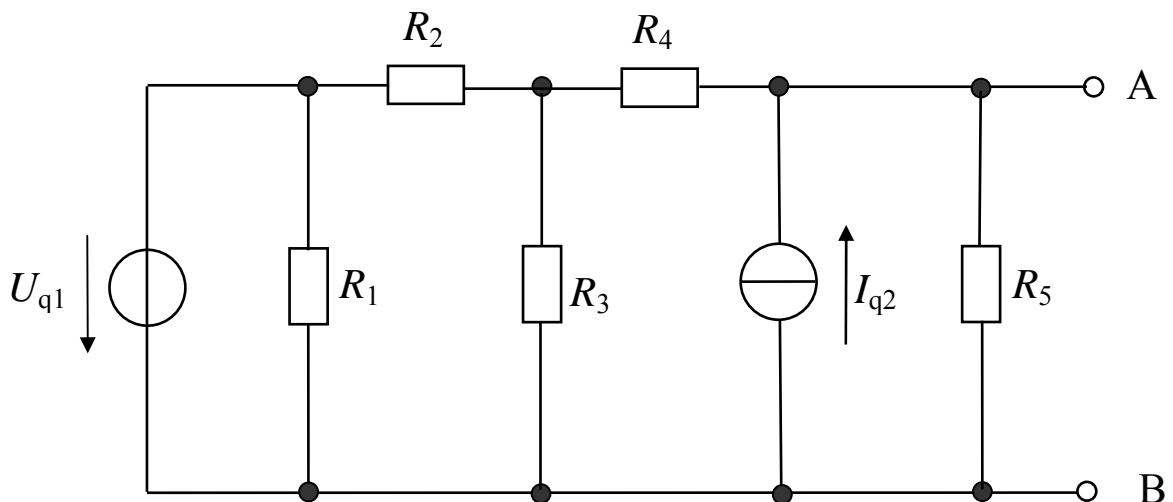
Berechnen Sie die Spannungen  $U_1$ ,  $U_3$  und  $U_4$  nach dem Schalten.

**Aufgabe 1: Netzausschnitt**

Daten:

$U_{q1} = 24 \text{ V}$	$U_{q2} = 12 \text{ V}$	$R = 100 \Omega$
$I_1 = 1 \text{ A}$	$I_2 = 2 \text{ A}$	$I_3 = 3 \text{ A}$

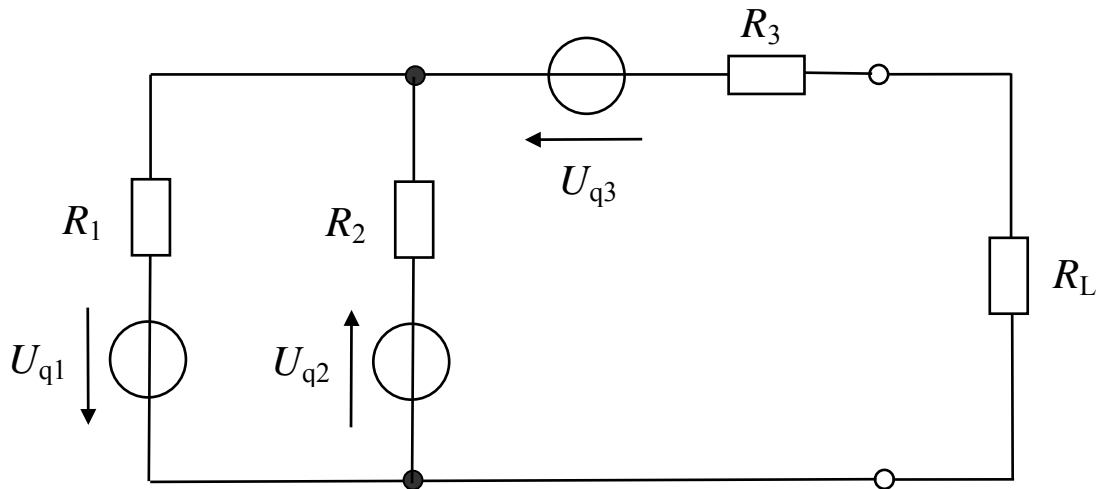
Berechnen Sie die Ströme  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_6$ ,  $I_7$  und  $I_8$ .

**Aufgabe 2: Ersatzspannungsquelle (Thévenin)**

Daten:

$U_{q1} = 24 \text{ V}$	$I_{q2} = 600 \text{ mA}$	
$R_1 = 10 \Omega$	$R_2 = 22 \Omega$	$R_3 = 33 \Omega$
$R_4 = 47 \Omega$	$R_5 = 56 \Omega$	

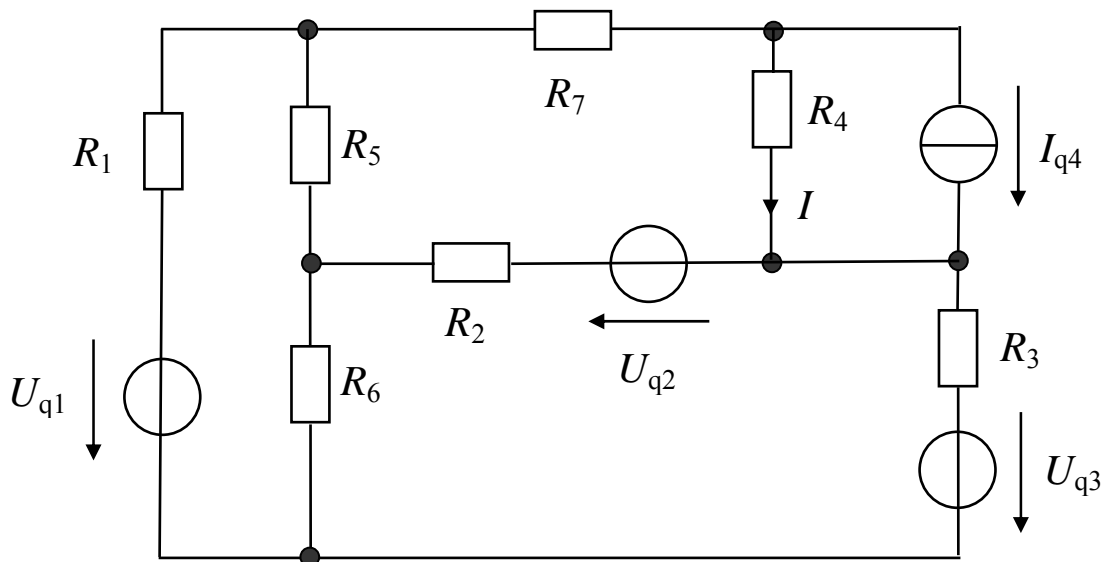
Ermitteln Sie die Ersatzspannungsquelle (Thévenin) zwischen den Anschlüssen A und B:  
Skizze der Schaltung mit Angabe von  $U_{qE}$  und  $R_{iE}$ .

**Aufgabe 3: Anpassung**

Daten:

$U_{q1} = 10 \text{ V}$	$U_{q2} = 20 \text{ V}$	$U_{q3} = 15 \text{ V}$
$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$	$R_2 = 1,5 \text{ k}\Omega$	$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

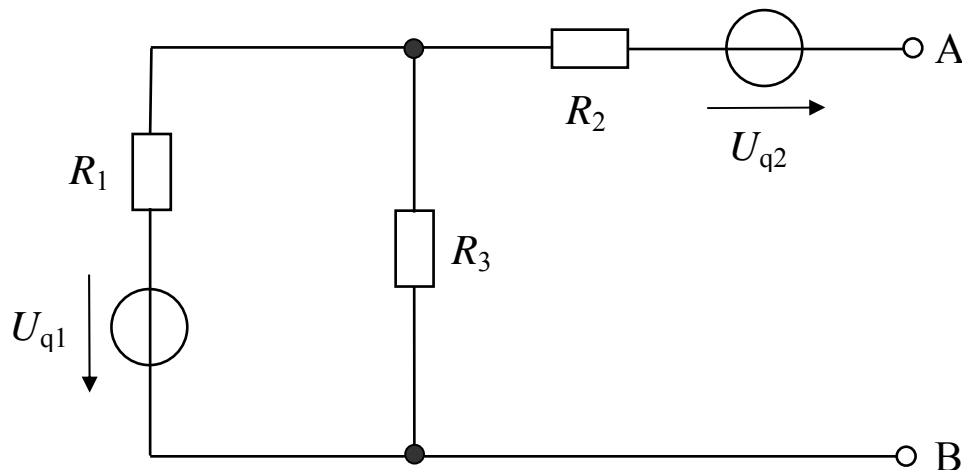
- Bestimmen Sie den Lastwiderstand  $R_L$ , so dass in ihm die Leistung maximal wird.
- Berechnen Sie die maximale Leistung  $P_{L\max}$  in der Last.

**Aufgabe 4: Maschenstrom- und Knotenpotenzialverfahren**

Daten:

$U_{q1} = 10 \text{ V}$	$U_{q2} = 20 \text{ V}$	$U_{q3} = 30 \text{ V}$
$I_{q4} = 1 \text{ A}$		
$R_1 = 10 \Omega$	$R_2 = 20 \Omega$	$R_3 = 30 \Omega$
$R_4 = 40 \Omega$	$R_5 = 50 \Omega$	$R_6 = 60 \Omega$
$R_7 = 70 \Omega$		

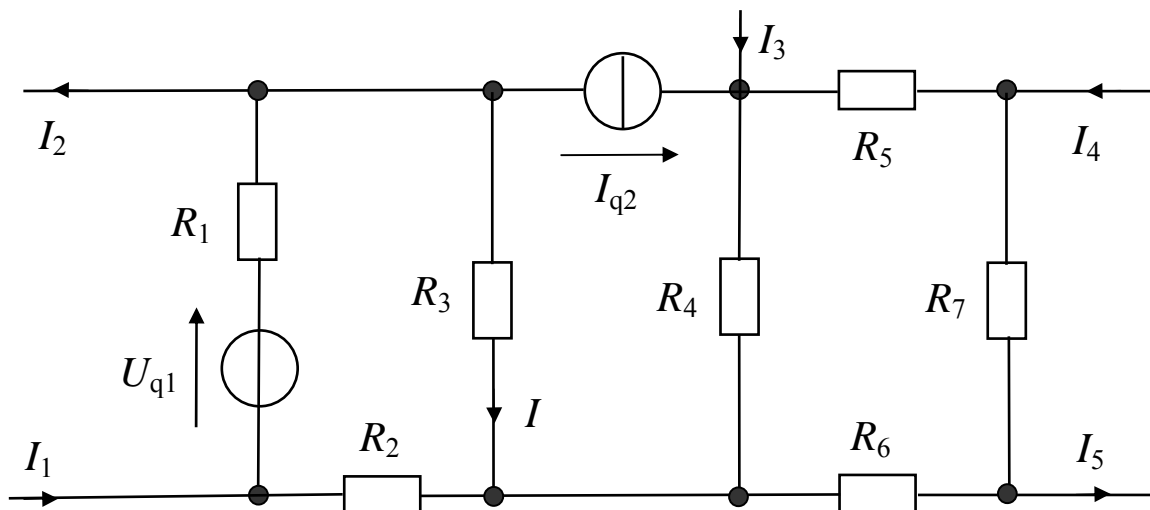
Berechnen Sie den Strom  $I$  mit dem Maschenstrom- und dem Knotenpotenzialverfahren.

**Aufgabe 1: Thévenin- und Norton-Ersatzquelle**

Daten:  $U_{q1} = 24 \text{ V}$        $U_{q2} = 12 \text{ V}$   
 $R_1 = 4,7 \, \Omega$        $R_2 = 6,8 \, \Omega$        $R_3 = 2,2 \, \Omega$

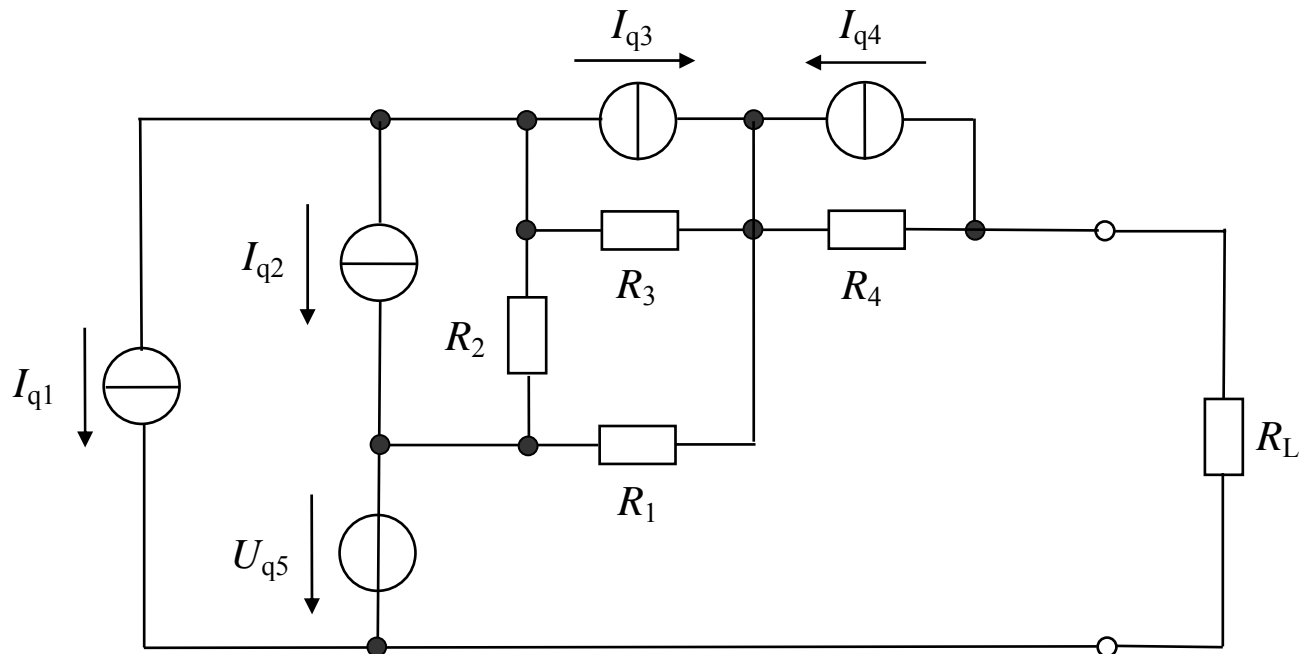
Ermitteln Sie die Ersatzspannungsquelle (Thévenin) und die Ersatzstromquelle (Norton) zwischen den Anschlüssen A und B:

Skizze der beiden Schaltungen mit Angabe von  $U_{qE}$  (mit Referenzrichtung) und  $R_{iE}$ , sowie  $I_{qE}$  (mit Referenzrichtung) und  $R_{iE}$ .

**Aufgabe 2: Stromberechnung**

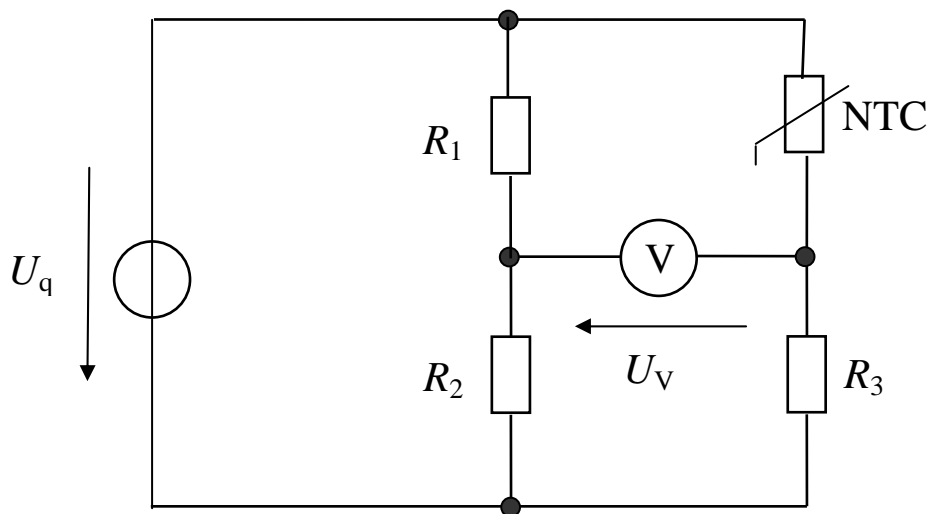
Daten:  $U_{q1} = 12 \text{ V}$        $I_{q2} = 2 \text{ A}$   
 $I_1 = 2 \text{ A}$        $I_2 = 6 \text{ A}$        $I_3 = 3 \text{ A}$        $I_4 = 4 \text{ A}$        $I_5 = 3 \text{ A}$   
 $R_1 = 10 \, \Omega$        $R_2 = 20 \, \Omega$        $R_3 = 30 \, \Omega$        $R_4 = 40 \, \Omega$   
 $R_5 = 50 \, \Omega$        $R_6 = 60 \, \Omega$        $R_7 = 70 \, \Omega$

Berechnen Sie den Strom  $I$ .

**Aufgabe 3: Anpassung**

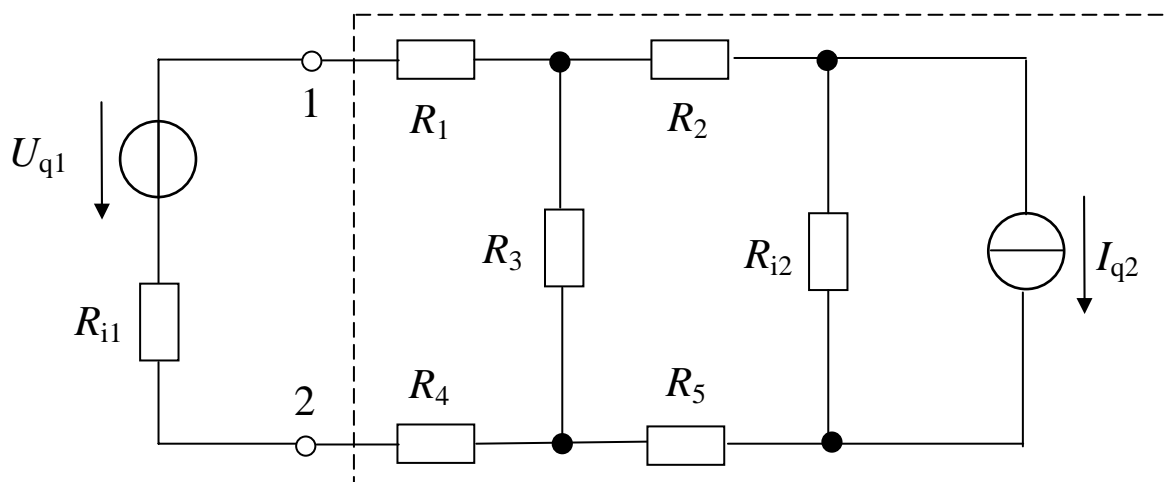
Daten:  $I_{q1} = 1 \text{ A}$      $I_{q2} = 2 \text{ A}$      $I_{q3} = 3 \text{ A}$      $I_{q4} = 4 \text{ A}$      $U_{q5} = 40 \text{ V}$   
 $R_1 = 100 \text{ } \Omega$      $R_2 = 20 \text{ } \Omega$      $R_3 = 30 \text{ } \Omega$      $R_4 = 40 \text{ } \Omega$

- Bestimmen Sie den Lastwiderstand  $R_L$ , so dass in ihm die Leistung maximal wird.
- Berechnen Sie die maximale Leistung  $P_{L\max}$  in der Last.

**Aufgabe 1: Brückenschaltung mit einem NTC-Widerstand**

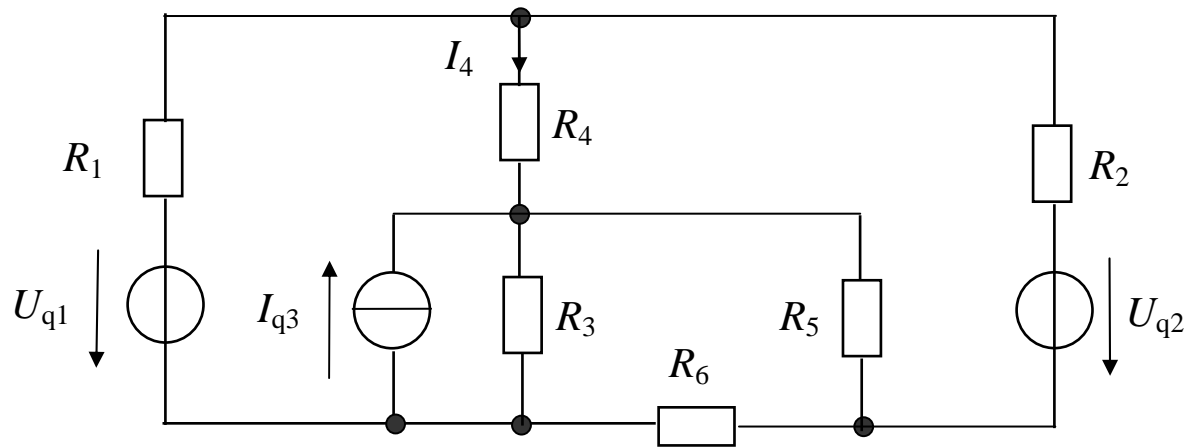
Daten:	$U_q = 12 \text{ V}$	$R_1 = 100 \Omega$
	$R_2 = 200 \Omega$	$R_3 = 300 \Omega$
	<b>NTC:</b>	$b = 2000 \text{ K}$
	$R_N = 1 \text{ k}\Omega$	$T_N = 293 \text{ K}$

- Bestimmen Sie die Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$ , die am NTC herrscht, wenn das ideale Voltmeter (mit einem sehr grossen Innenwiderstand)  $U_V = 2 \text{ V}$  anzeigt.
- Bestimmen Sie die Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$ , die am NTC herrscht, wenn die Brücke abgeglichen ist.

**Aufgabe 2: Ersatzspannungsquelle und Leistungsabgabe**

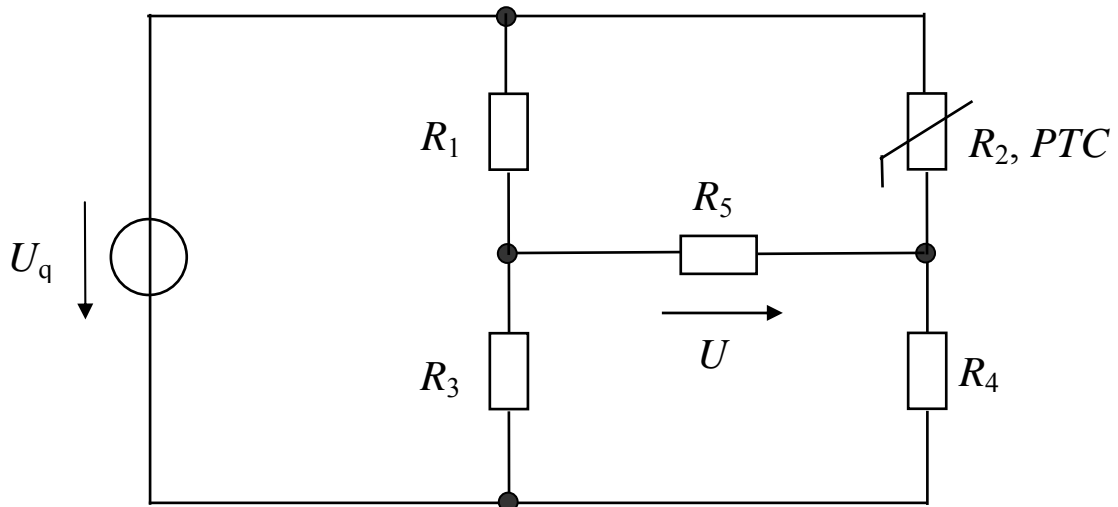
Daten:	$U_{q1} = 10 \text{ V}$	$R_{i1} = 10 \Omega$	$R_1 = 100 \Omega$
	$I_{q2} = 200 \text{ mA}$	$R_{i2} = 1 \text{ k}\Omega$	$R_2 = 200 \Omega$
	$R_3 = 300 \Omega$	$R_4 = 400 \Omega$	$R_5 = 500 \Omega$

- Wandeln Sie das Netzwerk innerhalb der gestrichelten Linie in eine Ersatzspannungsquelle (mit den Anschlüssen 1 und 2) um.
- Bestimmen Sie die Leistung der Quelle  $U_{q1}$ .

**Aufgabe 3: Stromberechnung und Anpassung**

Daten:	$U_{q1} = 12 \text{ V}$	$R_1 = R_2 = 10 \text{ } \Omega$
	$U_{q2} = 24 \text{ V}$	$R_3 = 33 \text{ } \Omega$
	$I_{q3} = 200 \text{ mA}$	$R_4 = 47 \text{ } \Omega$
		$R_5 = R_6 = 33 \text{ } \Omega \text{ (wie } R_3 \text{)}$

- Berechnen Sie den Strom  $I_4$ .
- Bestimmen Sie  $R_4$ , so dass in ihm die Leistung maximal ist.

**Aufgabe 1: Brücke mit einem temperaturabhängigen Widerstand**

Daten:

$$U_q = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 110 \, \Omega$$

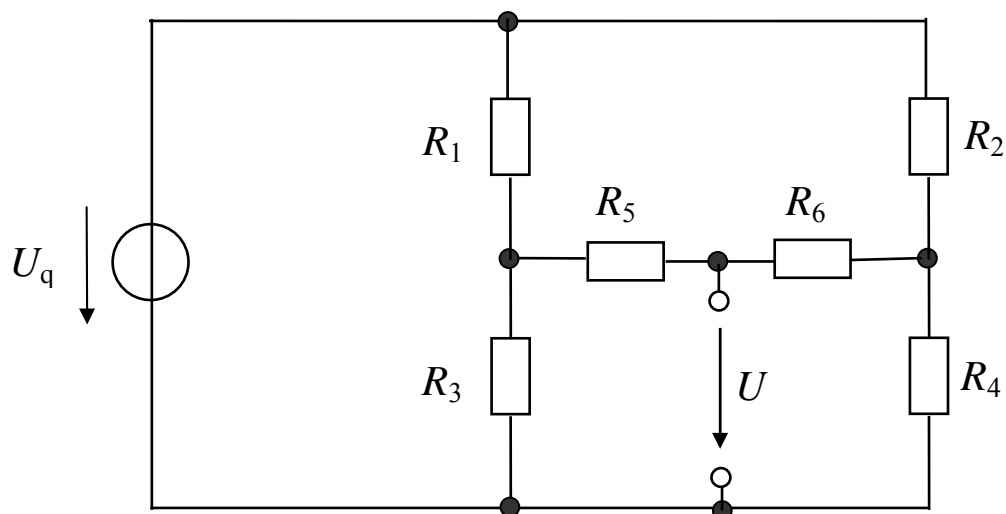
$$R_3 = 330 \, \Omega \quad R_4 = 330 \, \Omega \quad R_5 = 330 \, \Omega$$

$R_2$ , PTC:

$$R_N = 100 \, \Omega \quad T_N = 100^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Bestimmen Sie die Spannung  $U$  bei einer PTC-Temperatur von  $200^\circ\text{C}$ .

**Aufgabe 2: Spannungsberechnung**

Daten:

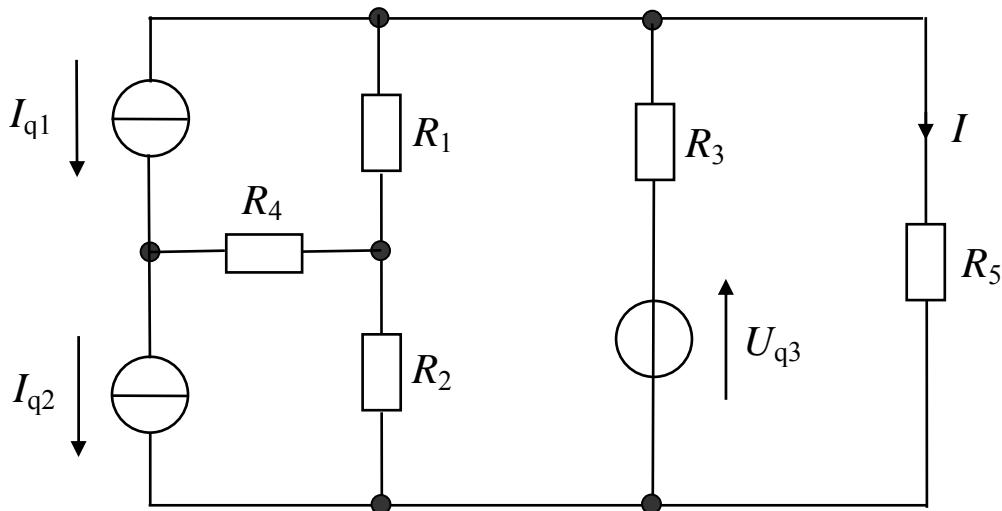
$$U_q = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 110 \, \Omega \quad R_2 = 220 \, \Omega \quad R_3 = 330 \, \Omega$$

$$R_4 = 430 \, \Omega \quad R_5 = 220 \, \Omega \quad R_6 = 330 \, \Omega$$

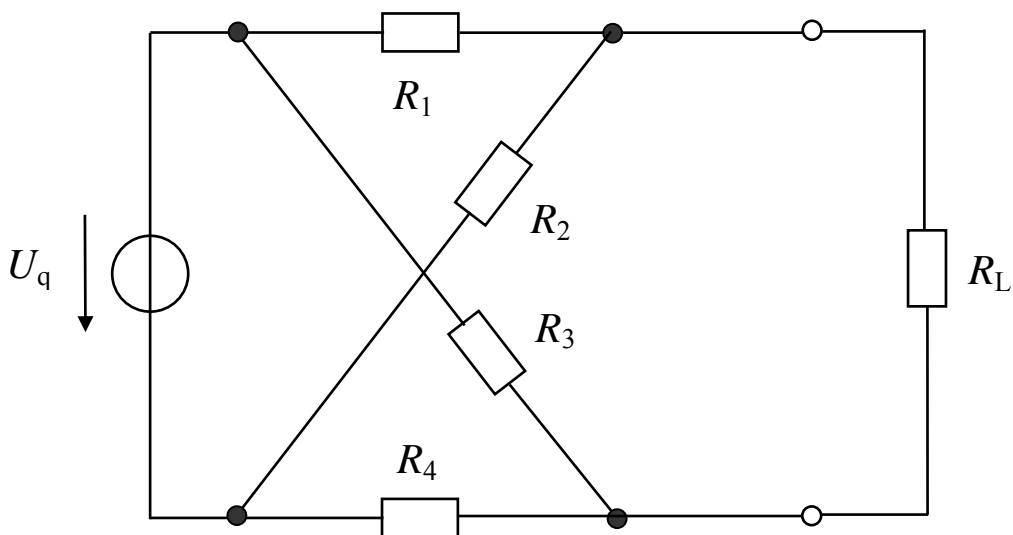
Berechnen Sie die Spannung  $U$ .



**Aufgabe 3: Stromberechnung**

Daten:	$I_{q1} = 10 \text{ mA}$	$I_{q2} = 20 \text{ mA}$	$U_{q3} = 12 \text{ V}$
	$R_1 = 110 \, \Omega$	$R_2 = 220 \, \Omega$	$R_3 = 330 \, \Omega$
	$R_4 = 470 \, \Omega$	$R_5 = 510 \, \Omega$	

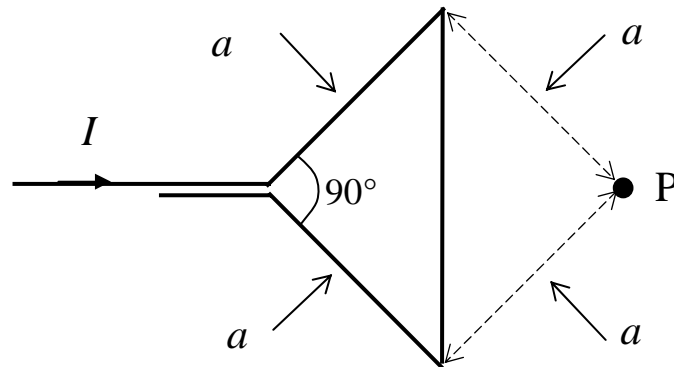
Berechnen Sie den Strom  $I$ .

**Aufgabe 4: Anpassung**

Daten:	$U_q = 12 \text{ V}$	
	$R_1 = 1,2 \text{ k}\Omega$	$R_2 = 2,4 \text{ k}\Omega$
	$R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$	$R_4 = 3 \text{ k}\Omega$

Bestimmen Sie den Lastwiderstand  $R_L$ , so dass in ihm die Leistung maximal wird.

Berechnen Sie die maximale Leistung  $P_{L\max}$  in der Last.

**Aufgabe 1: magnetische Feldstärke**

Daten:  $I = 10 \text{ A}$   $a = 10 \text{ cm}$

- Bestimmen Sie den Betrag der magnetischen Feldstärke im Punkt P .
- Welche Richtung hat der Vektor?

**Aufgabe 2: Kreisringspule**

Eine Spule mit  $N$  Windungen ist dicht um einen ringförmigen Träger gewickelt.

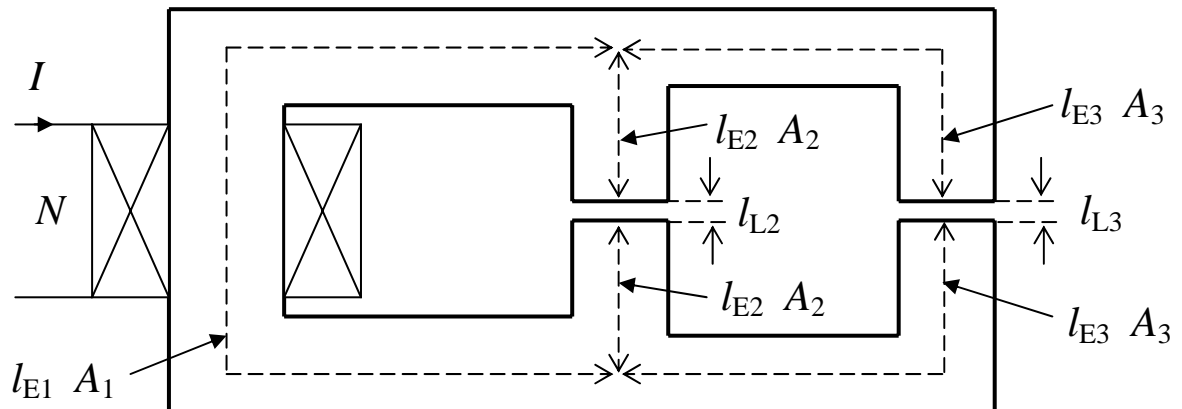
Der Ring hat die Querschnittsfläche  $A$ .

Die mittlere Länge  $l$  des Spulenträgers ist:

$$l = 2\pi \cdot R \quad (\text{entspricht der mittleren Länge der Feldlinien})$$

Daten:  $N = 1000$   $R = 2 \text{ cm}$   $A = 0,5 \text{ cm}^2$

- Fall Spulenkörper aus **Kunststoff**:  
Bestimmen Sie den Spulenstrom  $I$ , so dass die magnetische Feldstärke in der Spule (bei  $R = 2 \text{ cm}$ )  $100 \text{ A/m}$  beträgt. Wie gross wird dann die Flussdichte?  
Welcher Strom wäre für eine Flussdichte von  $200 \text{ mT}$  notwendig?
- Fall Spulenkörper aus **Dynamoblech**:  
(Magnetisierungskurve: siehe Aufgabe 3)  
Bestimmen Sie den Spulenstrom  $I$ , so dass die magnetische Feldstärke in der Spule (bei  $R = 2 \text{ cm}$ )  $100 \text{ A/m}$  beträgt. Wie gross wird dann die Flussdichte?  
Welcher Strom wäre für eine Flussdichte von  $200 \text{ mT}$  notwendig?

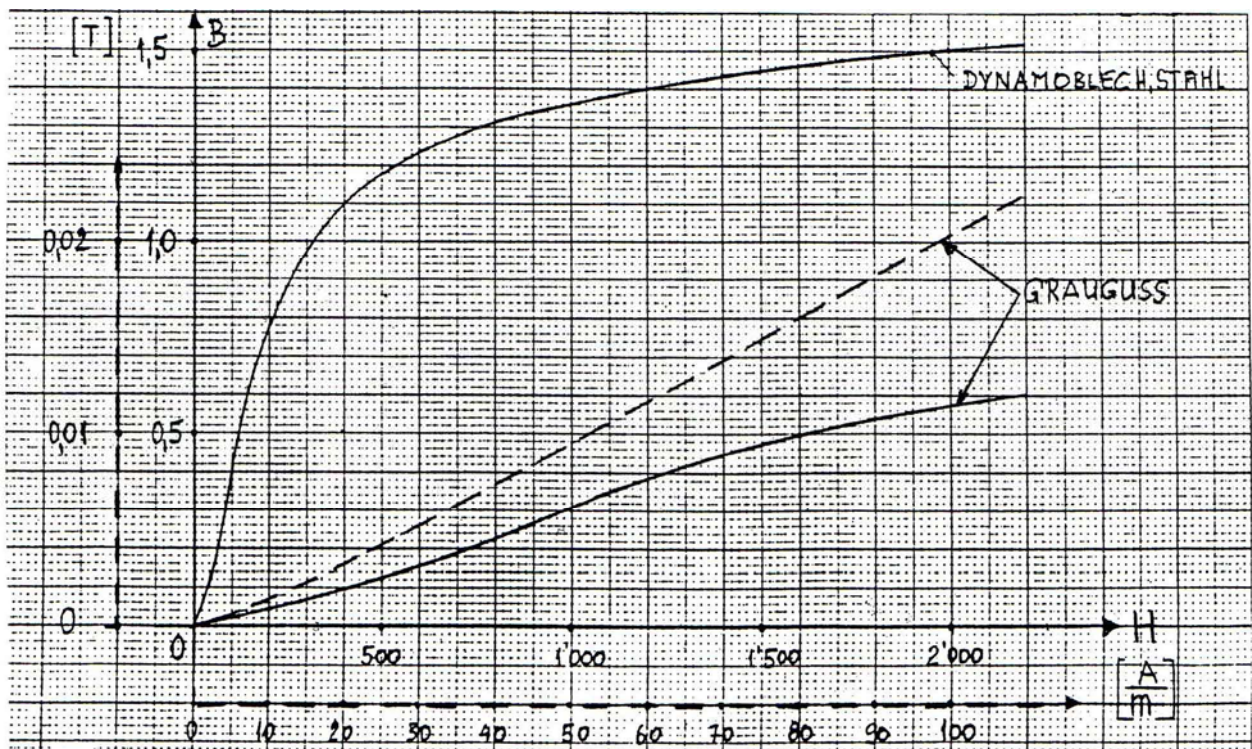
**Aufgabe 3: verzweigter magnetischer Kreis**

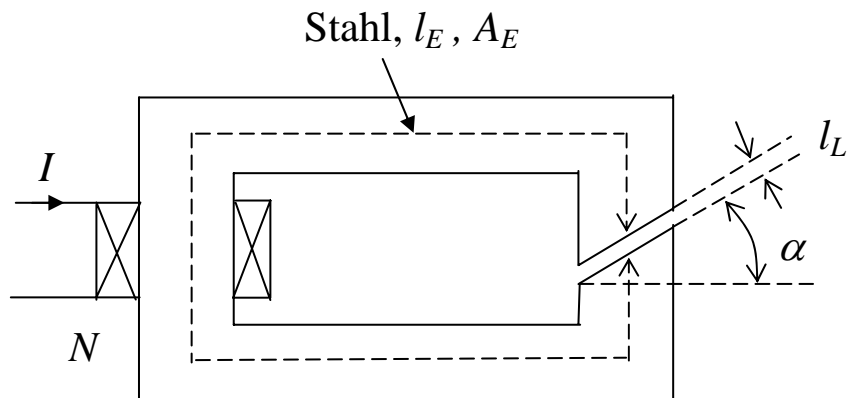
Daten: magnetischer Kreis aus **Grauguss**  
die Streuung des Systems wird vernachlässigt

$l_{E1} = 16 \text{ cm}$	$A_1 = 200 \text{ mm}^2$	$N = 1000$
$l_{E2} = 4 \text{ cm}$	$A_2 = 100 \text{ mm}^2$	$l_{L2} = 0,2 \text{ mm}$
$l_{E3} = 8 \text{ cm}$	$A_3 = 100 \text{ mm}^2$	$l_{L3} = 0,4 \text{ mm}$

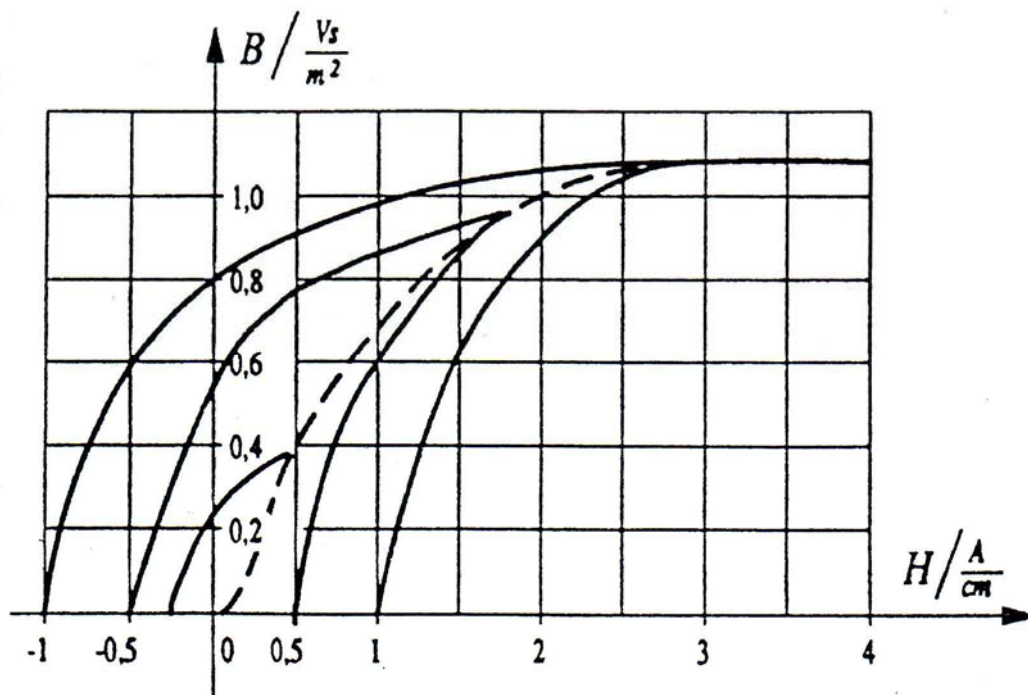
- Zeichnen Sie das vollständige Ersatzschaltbild (mit allen Grössen) für den magnetischen Kreis.
- Wie gross muss der Strom  $I$  sein, damit  $B_{L2} = 600 \text{ mT}$  ?

Magnetisierungskurven:



**Aufgabe 4: Magnetisierung**

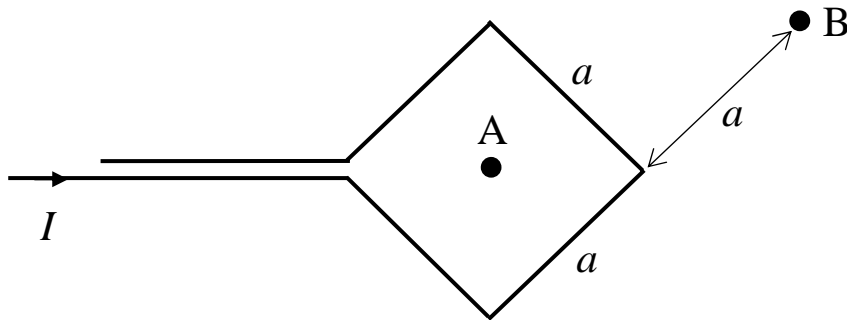
Magnetisierungskurve des Stahls:



Daten: die Streuung des Systems wird vernachlässigt

Länge des Eisenabschnitts	$l_E$	=	20 cm
Querschnittsfläche des Eisenabschnitts	$A_E$	=	5 cm <sup>2</sup>
Länge des Luftspalts	$l_L$	=	0.2 mm
Winkel des Luftspalts	$\alpha$	=	45°
Windungszahl der Spule	$N$	=	100

- Wie gross muss der Strom  $I$  mindestens gewählt werden, damit die Sättigung erreicht wird?
- Auf welchen Wert muss der Strom  $I$  anschliessend reduziert werden, damit die Flussdichte im Eisen gerade der Remanenz entspricht?

**Aufgabe 1: Magnetische Feldstärke und Flussdichte**

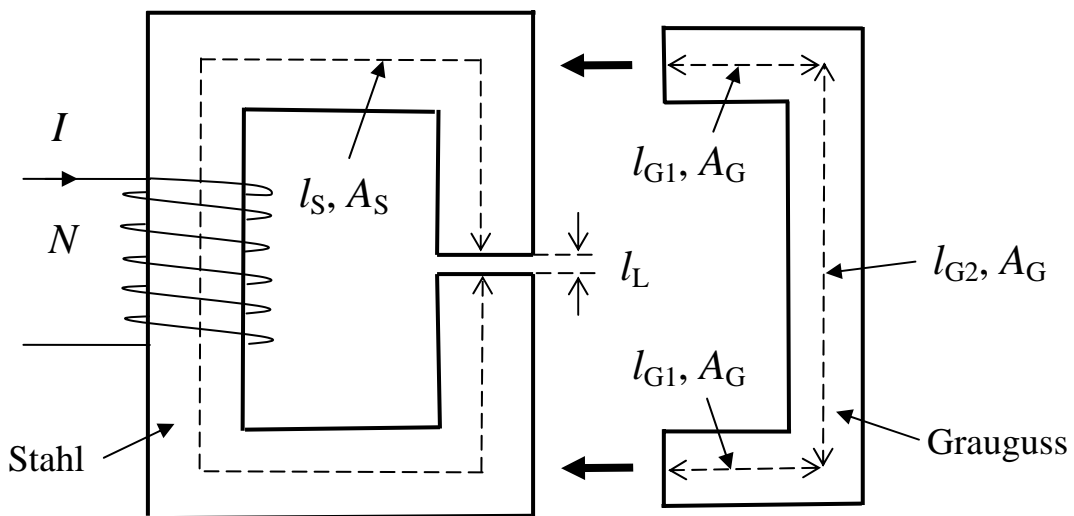
Der Strom  $I$  fließt durch eine quadratische Leiteranordnung in Luft.

Der Punkt A befindet sich in der Mitte des Quadrats.

Der Punkt B liegt im Abstand  $a$  in der Verlängerung einer Seite des Quadrats (siehe Bild).

Daten:  $I = 100 \text{ A}$   $a = 10 \text{ cm}$

- Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der magnetischen Feldstärke und der Flussdichte im Punkt A.
  - Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der magnetischen Feldstärke und der Flussdichte im Punkt B.
- NB: der Einfluss der Zuleitungen kann vernachlässigt werden.

**Aufgabe 2: magnetischer Kreis**

Der Kreis ist streuungsfrei angenommen.

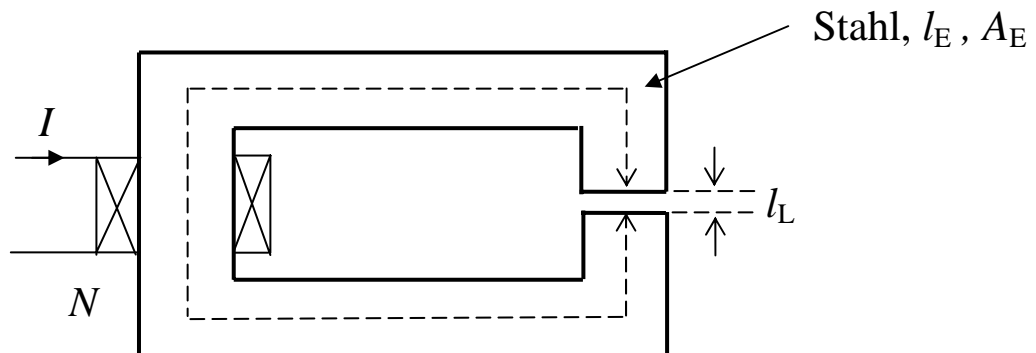
Für den Stahl gilt die Magnetisierungskurve von Aufg. 2 der Übungsserie 15.

Im Grauguss entsteht bei einer Feldstärke  $H_G$  von  $5500 \text{ A/m}$  eine Flussdichte  $B_G$  von  $0,84 \text{ T}$ .

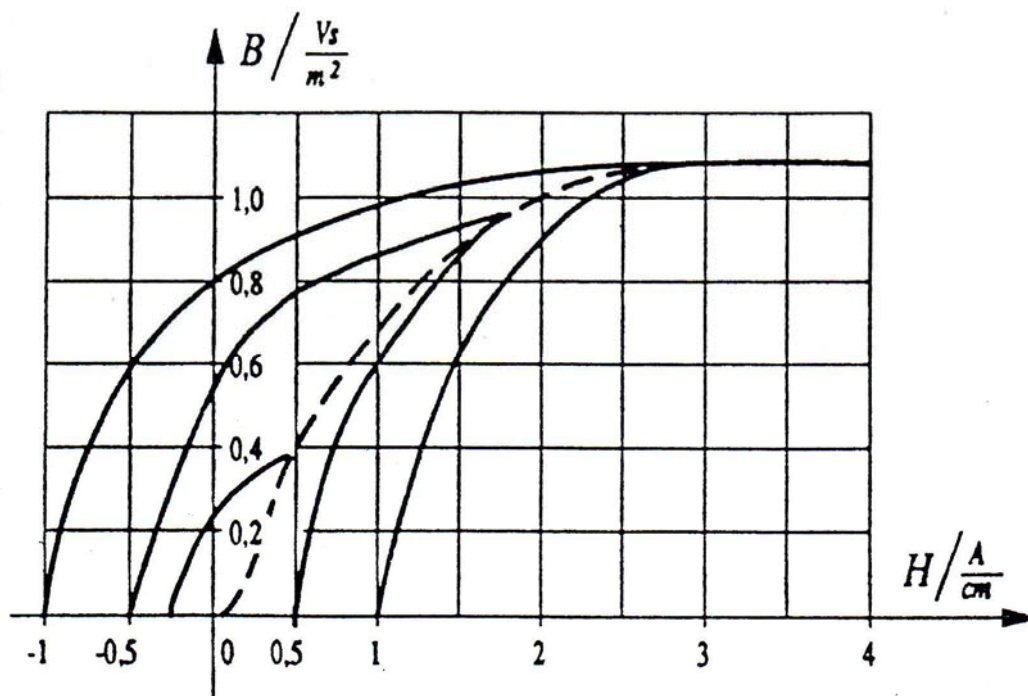
Daten:  $l_S = 30 \text{ cm}$   $A_S = 4 \text{ cm}^2$  (Stahlkreis-Querschnitt)  
 $l_{G1} = 3 \text{ cm}$   $l_{G2} = 9 \text{ cm}$   $A_G = 2 \text{ cm}^2$  (Bügel)  
 $l_L = 1 \text{ mm}$   $N = 1000$

Der Kreis besteht aus einem Stahljoch mit einem Luftspalt und einem anschliessend angebrachten Bügel aus Grauguss.

Berechnen Sie die notwendige prozentuale Änderung des Stromes, damit die Flussdichte im Luftspalt nach dem Anbringen des Bügels unverändert  $B_L = 1 \text{ T}$  beträgt.

**Aufgabe 3: Magnetischer Kreis mit einem Luftspalt**

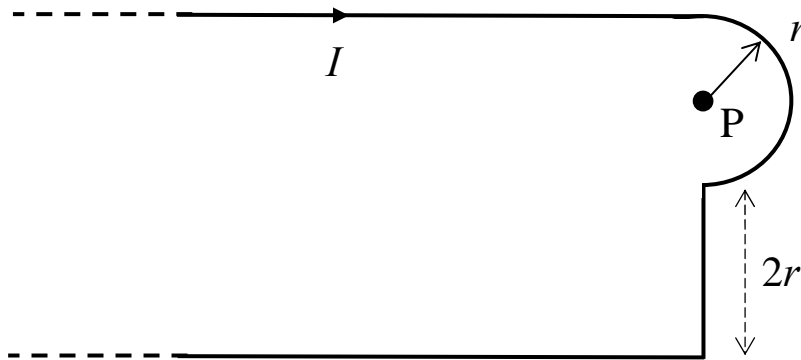
Magnetisierungskurve des Stahls:



Daten: die Streuung des Kreises wird vernachlässigt

Länge des Eisenabschnitts	$l_E$	=	20 cm
Querschnittsfläche des Eisenabschnitts	$A_E$	=	5 cm <sup>2</sup>
Länge des Luftspalts	$l_L$	=	0.2 mm
Windungszahl der Spule	$N$	=	100

- Bestimmen Sie den minimal notwendigen Strom  $I$ , so dass die Sättigung erreicht wird.
- Anschliessend wird der Strom  $I$  abgeschaltet.  
Bestimmen Sie die Flussdichte im Luftspalt  $B_L$ .

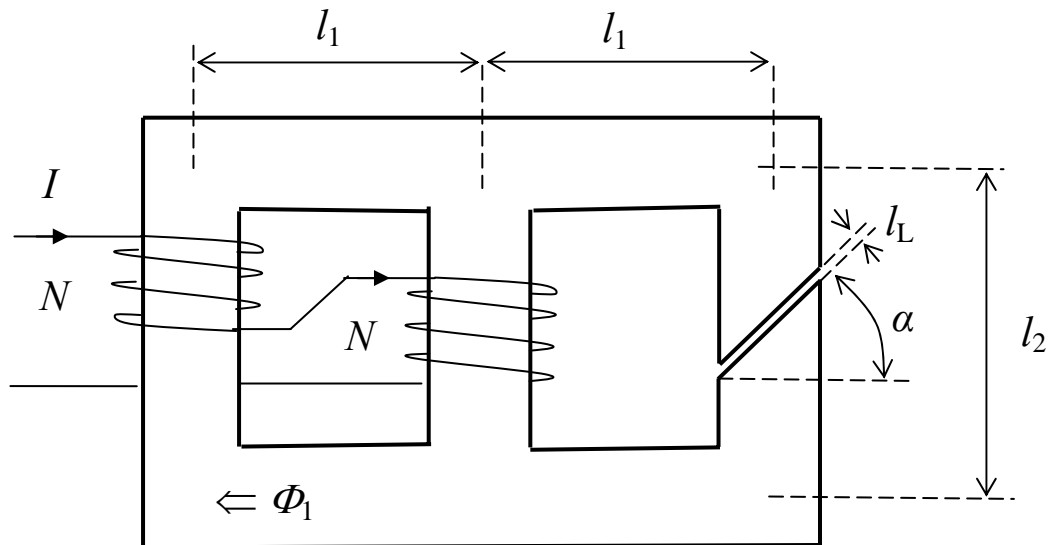
**Aufgabe 1: Magnetische Feldstärke**

Zwei sehr lange, dünne, parallele Leiter führen zu einem Halbkreis mit Mittelpunkt P und einem geraden Verbindungsstück.

Daten:  $I = 2 \text{ A}$   $r = 10 \text{ cm}$

- Bestimmen Sie den Betrag der magnetischen Feldstärke im Punkt P .
- Beschreiben Sie die Richtung des Vektors der magnetischen Feldstärke im Punkt P .



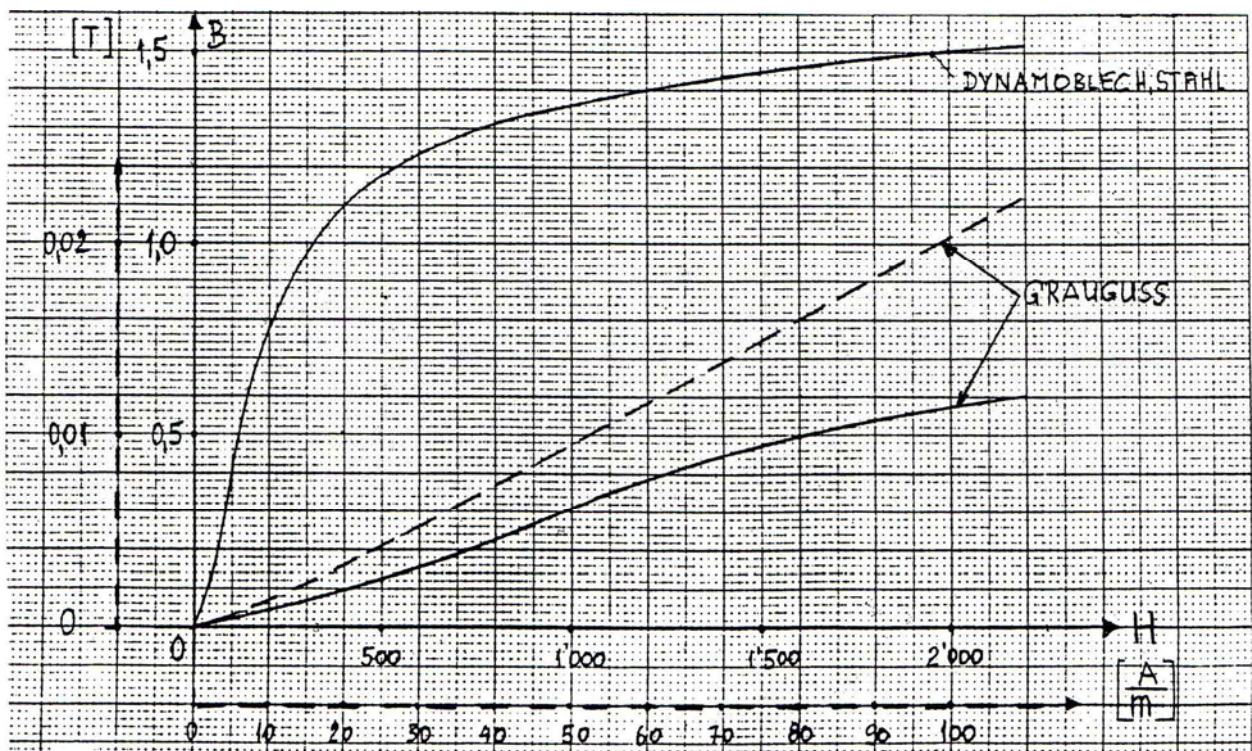
**Aufgabe 2: Magnetischer Kreis**

Der Kreis ist streuungsfrei angenommen. Der Kern ist aus Stahl und verhält sich nichtlinear. Magnetisierungskurve des Stahls: siehe Unterrichtsunterlagen.

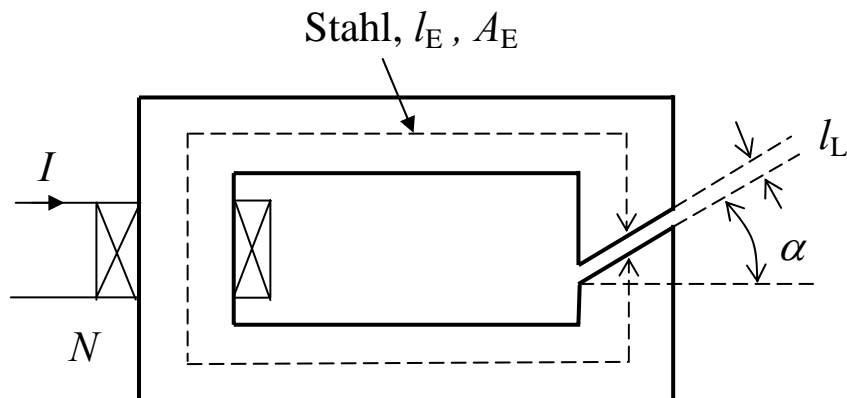
Daten:

$l_1$	=	5 cm	$l_2$	=	10 cm
$l_L$	=	0,1 mm mit $\alpha = 45^\circ$	$A$	=	1 cm <sup>2</sup> : Querschnitt im Stahl
$N$	=	100	$\Phi_1$	=	50 $\mu$ Vs: Fluss im Schenkel links

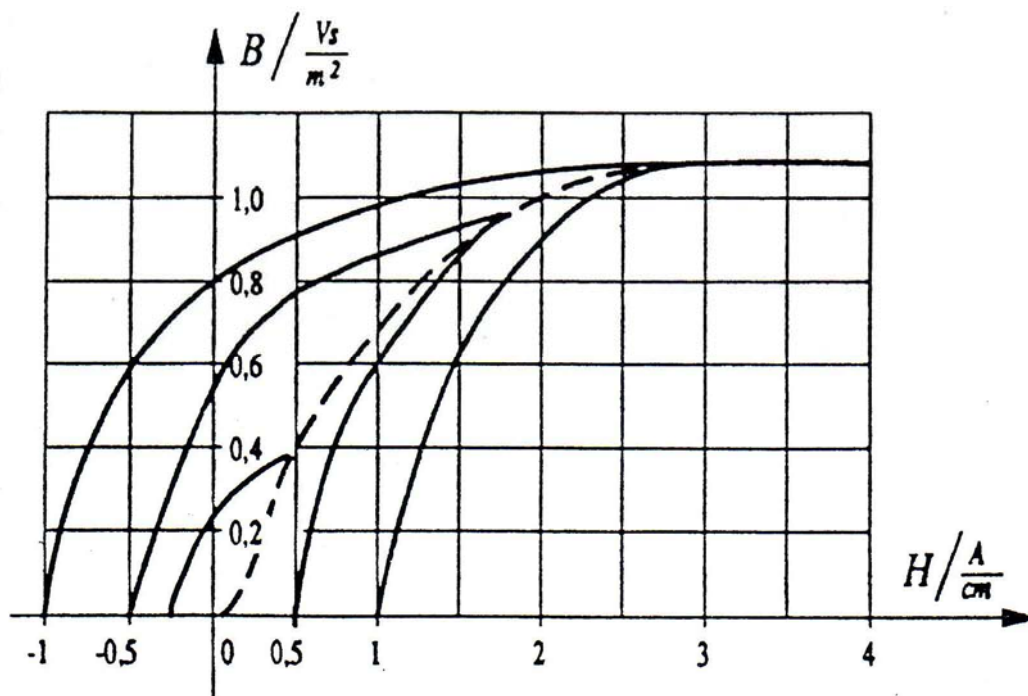
- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises mit allen vorkommenden Elementen und Grössen.
- Berechnen Sie die Flussdichte  $B_L$  im Luftspalt.
- Bestimmen Sie den Strom  $I$ , der benötigt wird.





**Aufgabe 3: Magnetischer Kreis mit einem schrägen Luftspalt**

Magnetisierungskurve des Stahls:



Daten: die Streuung des Kreises wird vernachlässigt

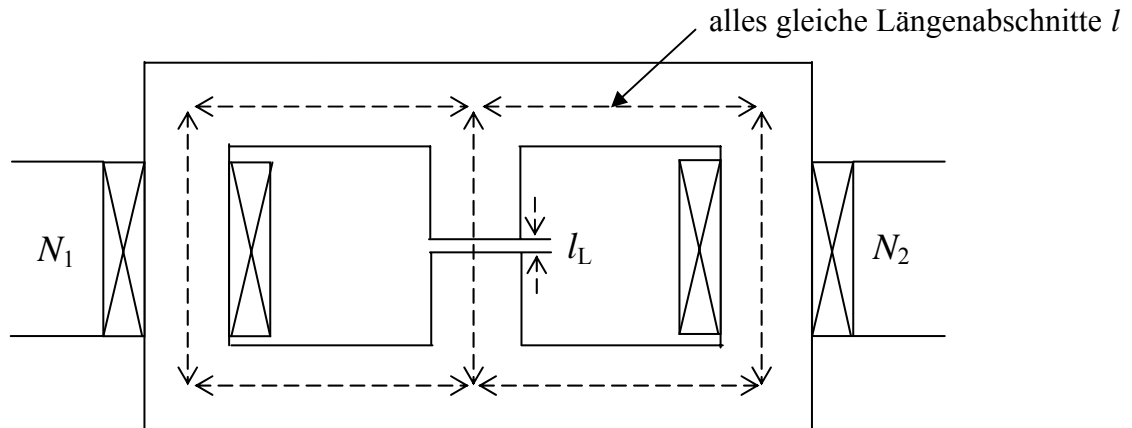
Länge des Eisenabschnitts	$l_E$	=	40 cm
Querschnittsfläche des Eisenabschnitts	$A_E$	=	9 cm <sup>2</sup>
Länge des Luftspalts	$l_L$	=	0.2 mm
Winkel des Luftspalts	$\alpha$	=	45°
Windungszahl der Spule	$N$	=	100

- Zu Beginn ist das Material entmagnetisiert.  
Dann wird der Strom  $I$  hochgefahren, bis die Feldstärke im Eisen 175 A/m erreicht.  
Bestimmen Sie die resultierende Flussdichte im Luftspalt  $B_L$ .  
Berechnen Sie den Strom, der dazu notwendig ist.
- Anschliessend wird der Strom abgeschaltet. ( $I = 0$ )  
Bestimmen Sie die sich einstellende Flussdichte im Luftspalt  $B_L$ .

### Aufgabe 1: Selbst- und Gegeninduktivitäten

Zwei Spulen sind über ein Eisenjoch mit Luftspalt miteinander gekoppelt.

Die Anordnung wird als **streuungsfrei** betrachtet.

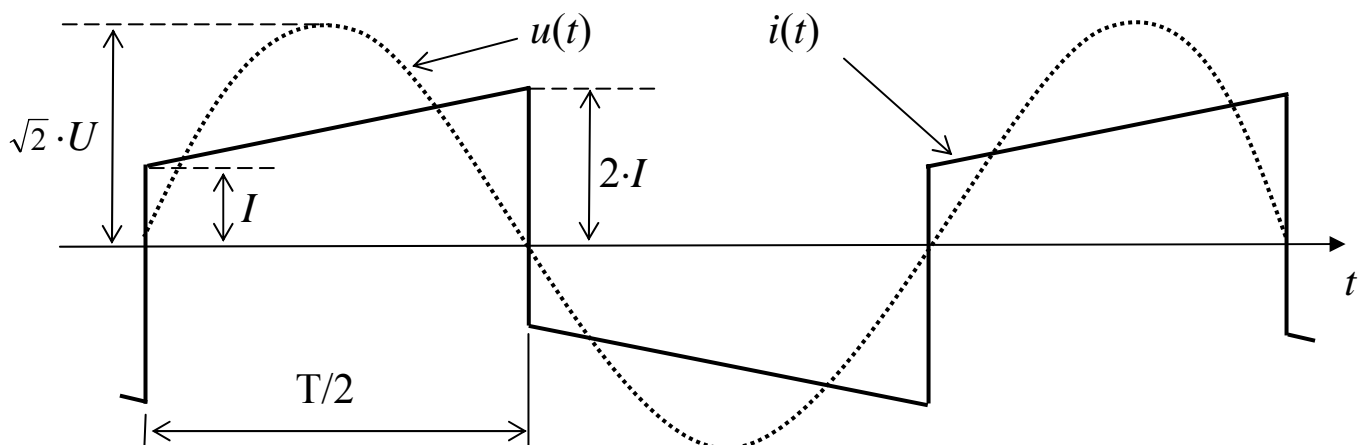


Daten:  $N_1 = 100$        $N_2 = 200$        $l = 10 \text{ cm}$        $l_L = 1 \text{ mm}$   
 $A = 4 \text{ cm}^2$  überall die gleiche Querschnittsfläche       $\mu_r = 8000$  (konstant)

- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises.
- Berechnen Sie die Selbstinduktivitäten  $L_1$  und  $L_2$ .
- Berechnen Sie die Gegeninduktivitäten  $L_{12} = L_{21}$  (für gleichsinnige Kopplung).

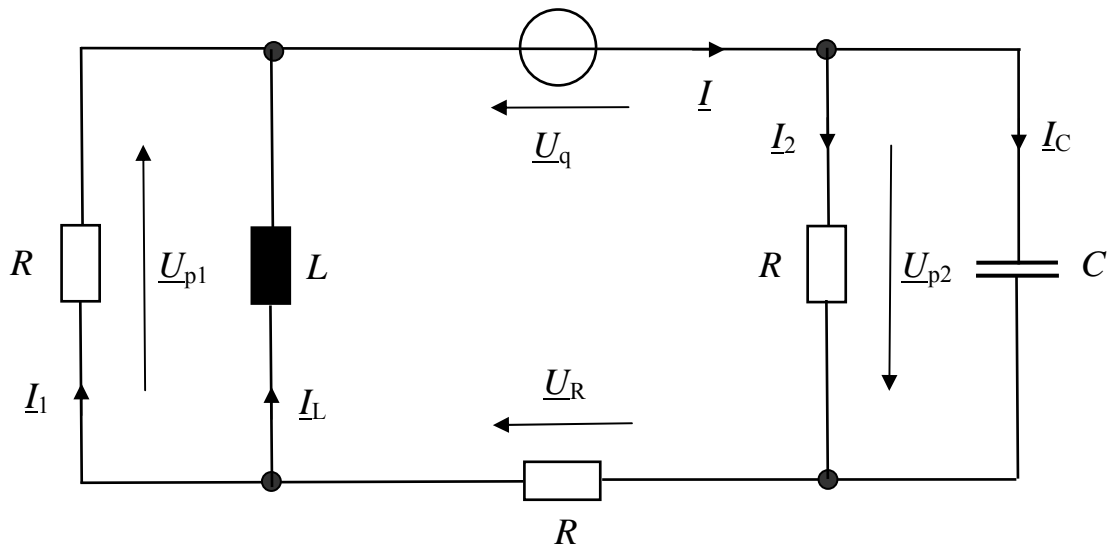
### Aufgabe 2: Effektivwert und Wirkleistung

Eine Spannungsquelle mit sinusförmiger Spannung  $u(t)$  ist mit dem skizzierten Strom  $i(t)$  belastet.



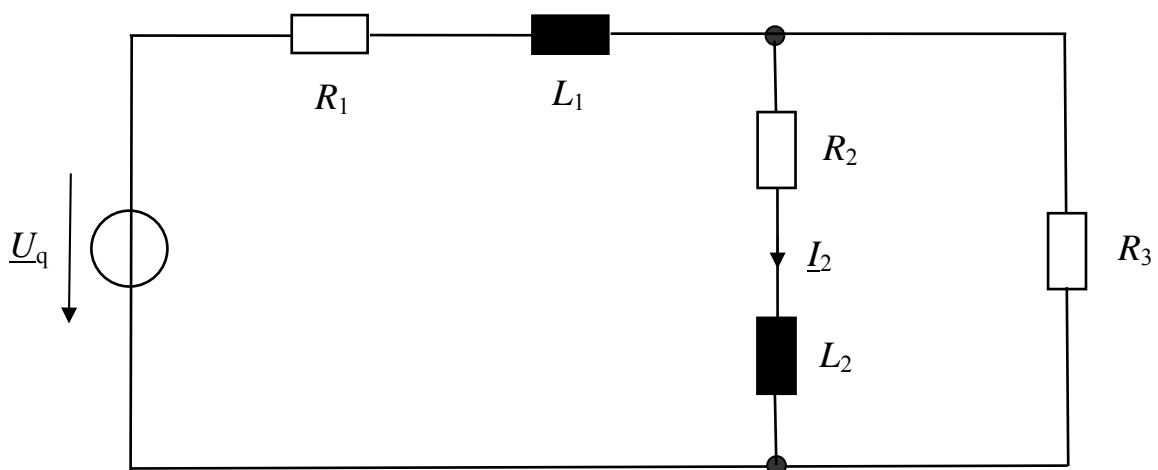
Daten:  $U = 220 \text{ V}$        $I = 2 \text{ A}$

- Berechnen Sie den Effektivwert des Stromes  $I_{\text{eff}}$ .
- Berechnen Sie die von der Quelle abgegebene Wirkleistung  $P$ .

**Aufgabe 3: Zeigerdiagramm**

Daten:  $X_L = |X_C| = R/2$

Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm mit allen Spannungen und Ströme.

**Aufgabe 4: Phasenbedingung**

Daten:

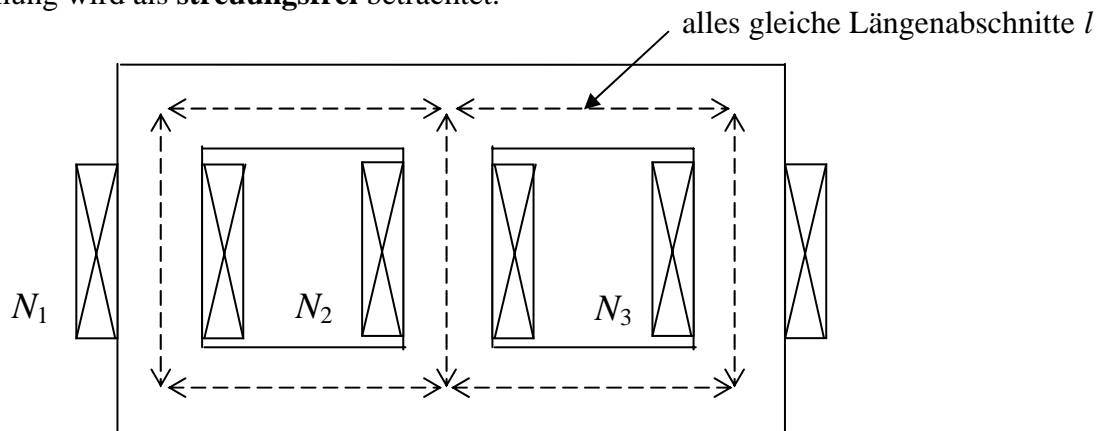
$\underline{U}_q = 100 \text{ V}$	$f = 500 \text{ Hz}$
$R_1 = 50 \Omega$	$R_2 = 100 \Omega$
$L_1 = 10 \text{ mH}$	$L_2 = 20 \text{ mH}$

Bestimmen Sie den Wert von  $R_3$ , so dass der Strom  $\underline{I}_2$  der Spannung  $\underline{U}_q$  um  $45^\circ$  nacheilt.

### Aufgabe 1: Induktivitäten

Drei Spulen sind über ein Eisenjoch miteinander gekoppelt.

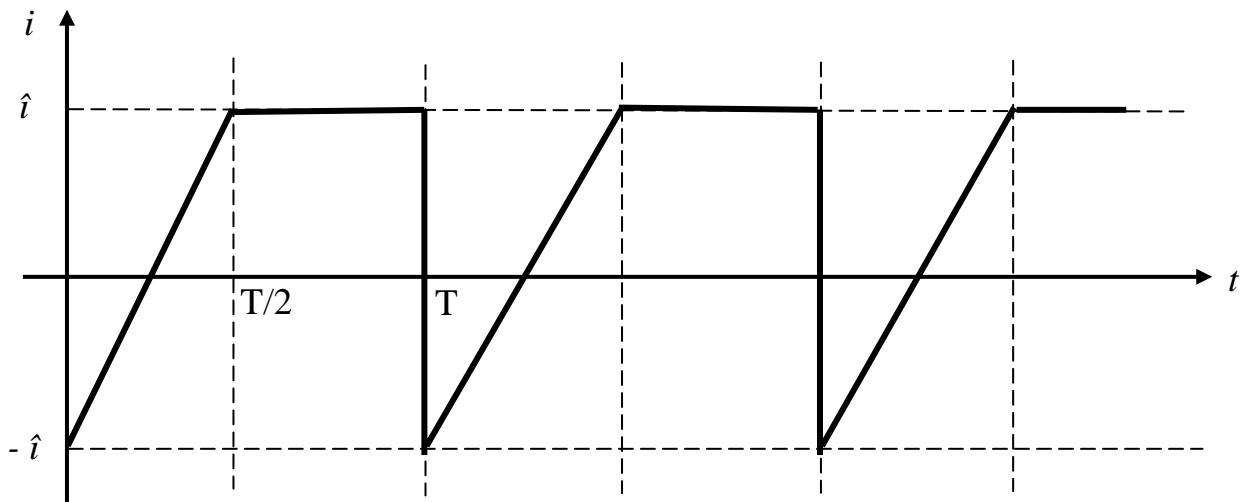
Die Anordnung wird als **streuungsfrei** betrachtet.



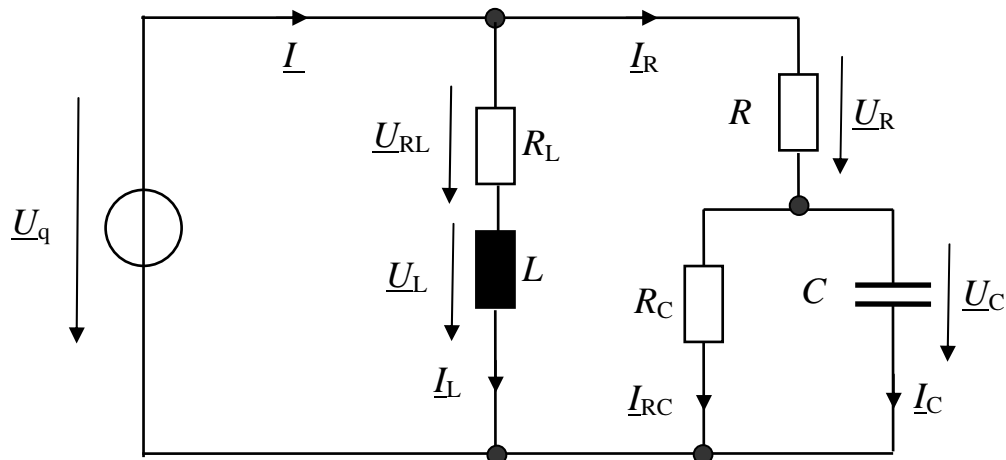
Daten:  $N_1 = 100$        $N_2 = 200$        $N_3 = 100$        $l = 10 \text{ cm}$   
 $A = 4 \text{ cm}^2$  überall die gleiche Querschnittsfläche       $\mu_r = 8000$  (konstant)

- Berechnen Sie die Selbstinduktivitäten  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$ .
- Berechnen Sie die Gegeninduktivitäten  $L_{12}$ ,  $L_{23}$  und  $L_{13}$  (gleichsinnige Kopplung).
- Bestimmen Sie die Kopplungsfaktoren  $k_{12}$ ,  $k_{23}$  und  $k_{13}$ .

### Aufgabe 2: Mittelwerte eines periodischen Stromes

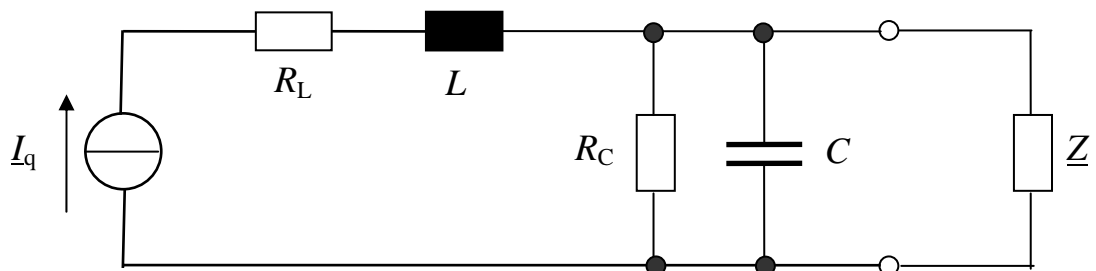


- Berechnen Sie den Gleichwert des Stromes.
- Berechnen Sie den Gleichrichtwert des Stromes.
- Berechnen Sie den Effektivwert des Stromes.

**Aufgabe 3: Zeigerdiagramm und Phasenbedingung**

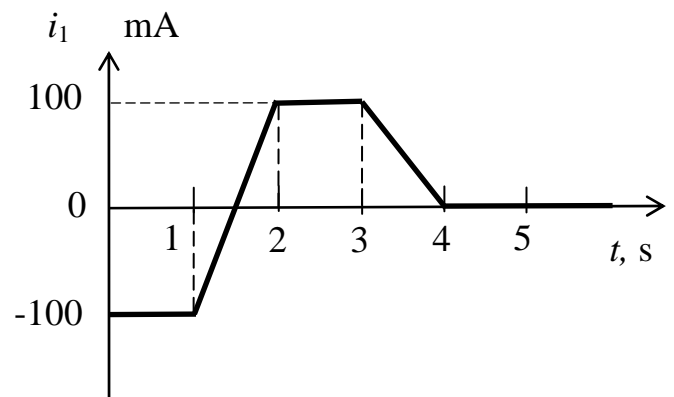
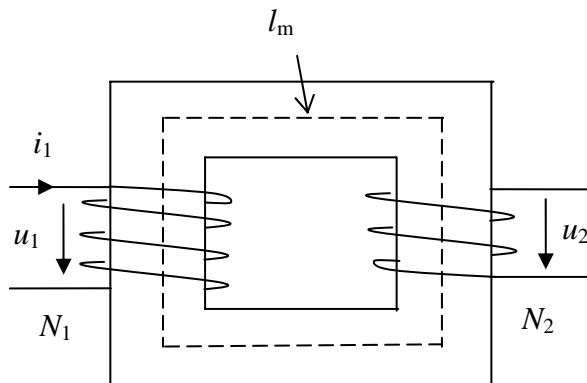
Daten:  $f = 1 \text{ kHz}$   
 $R_L = X_L = 2 \text{ k}\Omega$        $R_C = 1 \text{ k}\Omega$        $R = 500 \Omega$

- Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm mit allen Spannungen und Ströme für  $|X_C| = 2 \text{ k}\Omega$ .
- Bestimmen Sie  $C$ , so dass  $\underline{I}_C$  um  $60^\circ$  gegenüber  $\underline{U}_q$  voreilt.

**Aufgabe 4: Leistungsberechnung und Anpassung**

Daten:  $I_q = 100 \text{ mA}$        $f = 1 \text{ kHz}$   
 $R_L = 10 \Omega$        $L = 10 \text{ mH}$        $R_C = 100 \Omega$        $C = 2,2 \mu\text{F}$

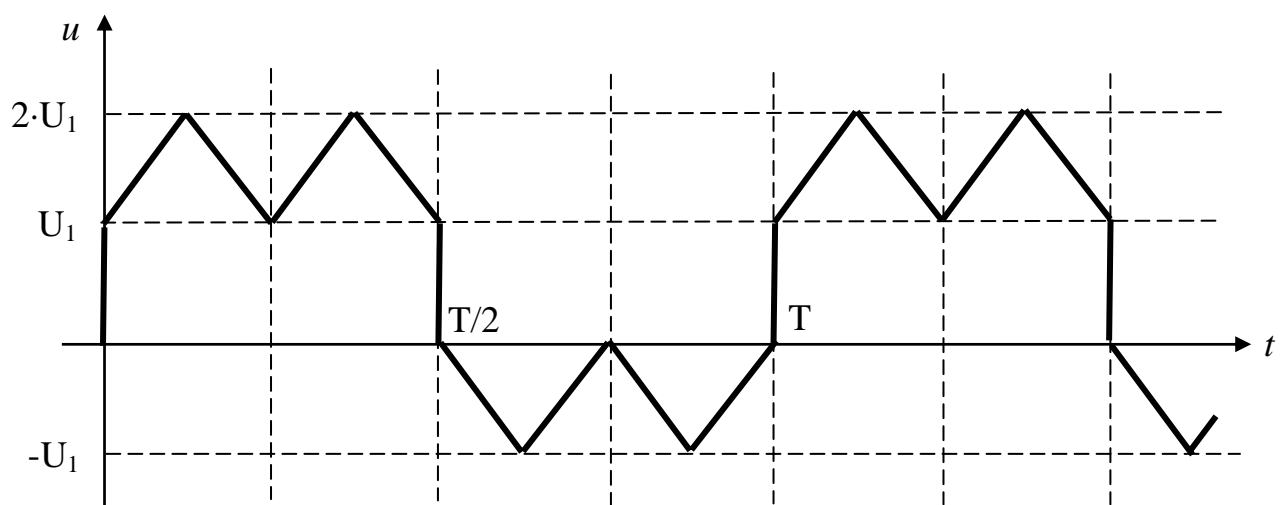
- Berechnen Sie die Leistung, die in  $\underline{Z}$  umgesetzt wird, falls  $\underline{Z} = 100 \Omega$  reell.
- Bestimmen Sie  $\underline{Z}$ , so dass die in ihm umgesetzte Wirkleistung maximal wird.
- Berechnen Sie die in  $\underline{Z}$  umgesetzte Wirk- und Blindleistung im Anpassungsfall.

**Aufgabe 1: Induktivitäten**

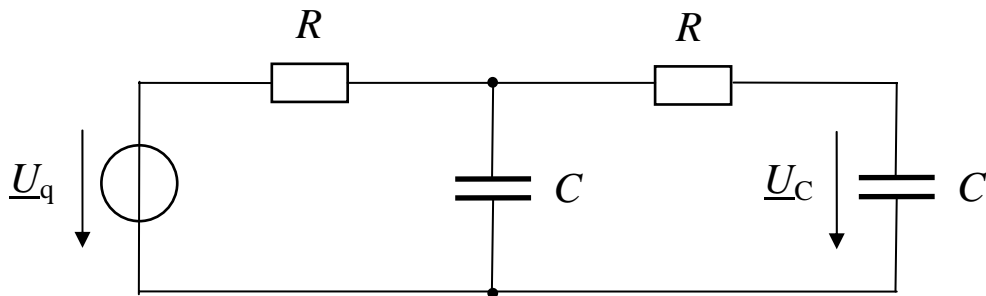
Die dargestellten, nicht ideal gekoppelten Spulen bilden einen Transformator (im Leerlauf). Die ohmschen Verluste werden vernachlässigt.

Daten:	Windungszahl der Spule 1	$N_1 = 400$
	Windungszahl der Spule 2	$N_2 = 200$
	Kopplungsfaktor	$k = 0,8$
	mittlere Länge des Eisenjochs	$l_m = 30 \text{ cm}$
	Querschnittsfläche des Eisenjochs	$A = 1,2 \text{ cm}^2$
	relative Permeabilität des Eisenjochs	$\mu_r = 1500$

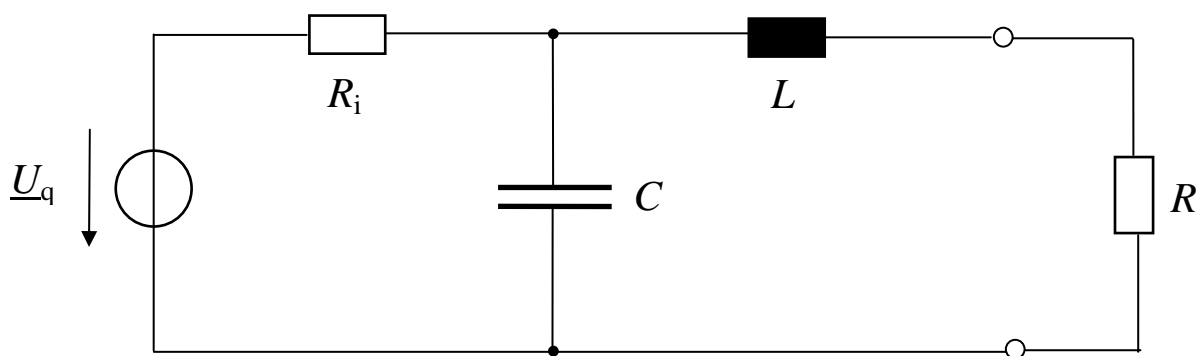
- Berechnen Sie die Selbstinduktivitäten  $L_1$  und  $L_2$  der beiden Spulen. Die Streuung soll vernachlässigt werden.
- Berechnen Sie die gegenseitige Induktivität  $L_{12}$  ( $= L_{21} = M$ ).
- Bestimmen Sie den Verlauf der Spannungen  $u_1$  und  $u_2$ , wenn sich  $i_1$  gemäss dem Diagramm ändert. Grafische Darstellung des Resultats.

**Aufgabe 2: Mittelwerte eines periodischen Signals**

- Berechnen Sie den Gleichwert der Spannung.
- Berechnen Sie den Gleichrichtwert der Spannung.
- Berechnen Sie den Effektivwert der Spannung.

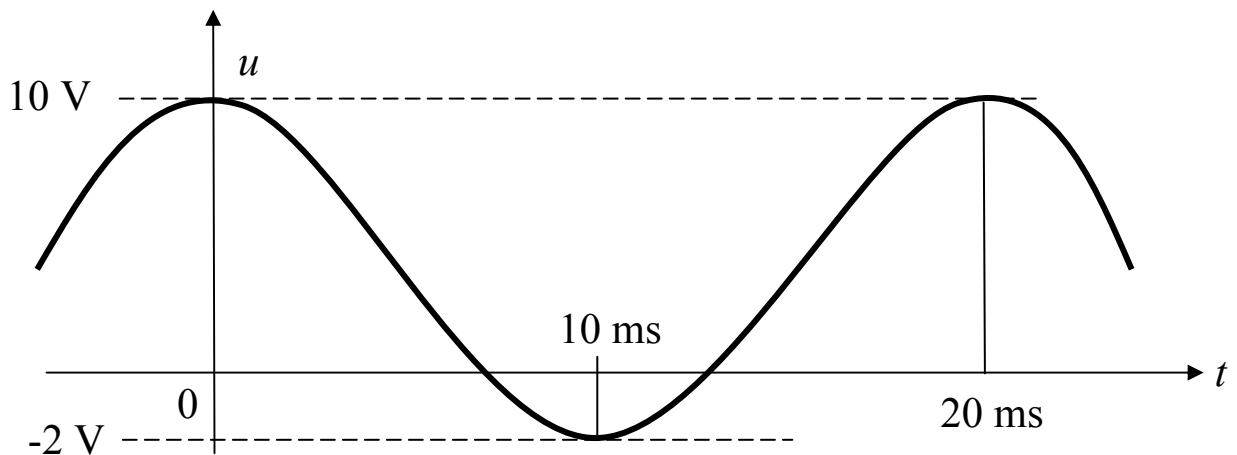
**Aufgabe 3: Phasenbedingung**

Bestimmen Sie die Kreisfrequenz  $\omega$ , so dass  $\underline{U}_C$  gegenüber  $\underline{U}_q$  um  $90^\circ$  nacheilt.  
Lösung in allgemeiner Form (Buchstabensymbole).

**Aufgabe 4: Leistung im Wechselstromnetzwerk**

Daten:  $\underline{U}_q = 20 \text{ V}$   $f = 100 \text{ Hz}$   
 $R_i = 100 \Omega$   $R = 10 \Omega$

Bestimmen Sie die Werte für  $C$  und für  $L$  (Anpassungsglied), so dass die Leistung in der Last  $R$  maximal wird.

**Aufgabe 1: Mittelwerte**

- Beschreiben Sie die harmonische Schwingung  $u(t)$  mathematisch.
- Berechnen Sie den Gleichrichtwert.
- Berechnen Sie den Effektivwert.
- Bestimmen Sie den Wert des Widerstands, an dem die Spannung eine Leistung  $P = 2 \text{ W}$  umsetzt.

**Aufgabe 2: Transformation in die symbolische Methode und zurück**

- Transformieren Sie den im Zeitbereich beschriebenen Strom in die komplexe Darstellung. zwei Resultate angeben:
  - nach der Methode der Projektion auf die vertikale Achse.
  - nach der Methode der Projektion auf die horizontale Achse.

$$i = \sin(\omega t) + 2 \cdot \cos(\omega t + \pi/2) + 3 \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3), \text{ A}$$

- Transformieren Sie den Strom  $\underline{I}_5$  in den Zeitbereich.

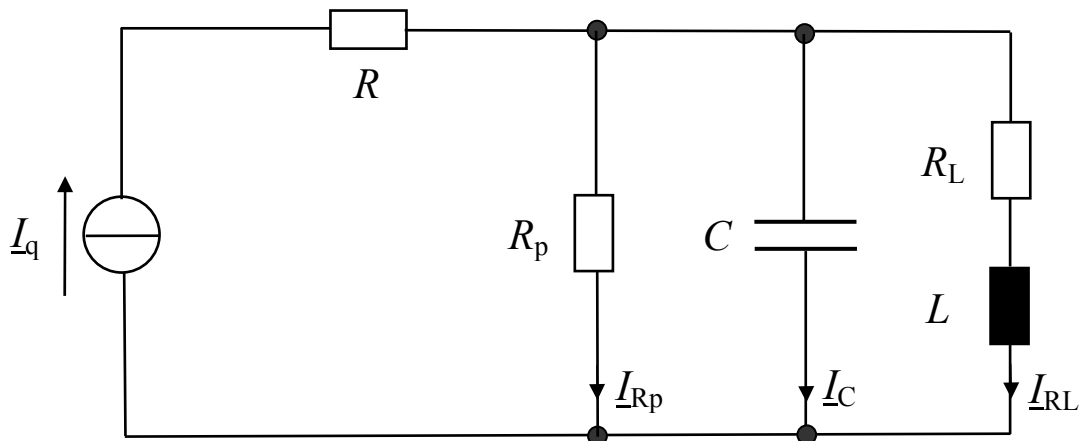
$$\underline{I}_5 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 + \underline{I}_4$$

mit:  $\underline{I}_1 = 1 \text{ A}$ ,  $\underline{I}_2 = j \cdot 2 \text{ A}$ ,  $\underline{I}_3 = 3 \angle -22^\circ \text{ A}$  und  $\underline{I}_4 = e^{-j 1,067} \text{ A}$ ,  
alle Ströme haben die gleiche Kreisfrequenz  $\omega$ .

zwei Resultate angeben:

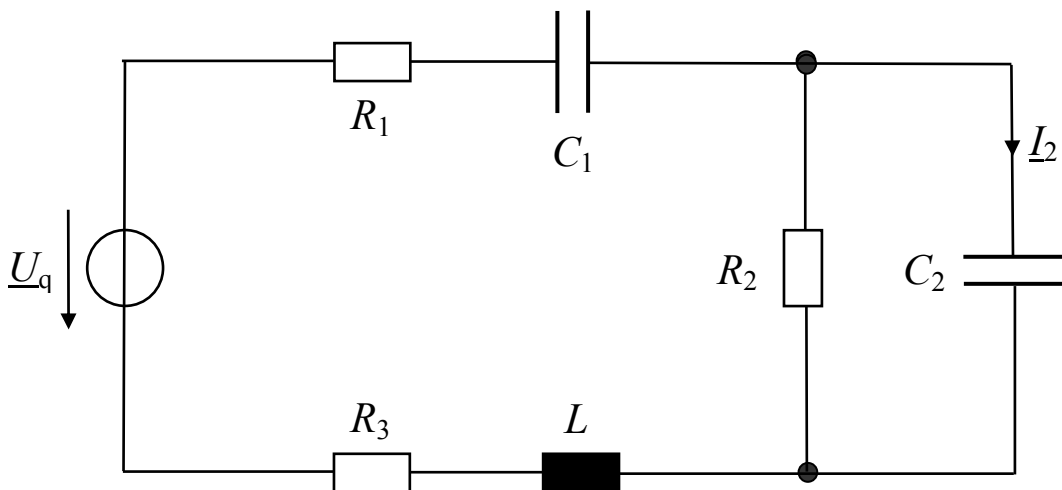
- nach der Methode der Projektion auf die vertikale Achse.
- nach der Methode der Projektion auf die horizontale Achse.



**Aufgabe 3: Wechselstromnetzwerk**

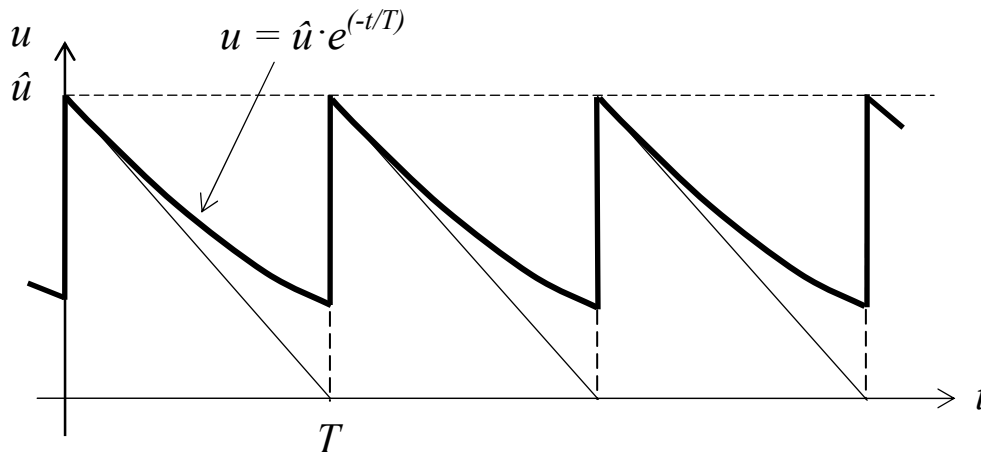
Daten:  $\underline{I}_q = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$      $f = 50 \text{ Hz}$   
 $R = 10 \Omega$      $R_p = 120 \Omega$      $R_L = 10 \Omega$   
 $C = 10 \mu\text{F}$      $L = 500 \text{ mH}$

- Berechnen Sie die Ströme  $\underline{I}_{R_p}$ ,  $\underline{I}_C$  und  $\underline{I}_{R_L}$ .
- Berechnen Sie die in der gesamten Schaltung umgesetzte Wirk-, Blind- und Scheinleistung.

**Aufgabe 4: Phasenbedingung**

Daten:  $\underline{U}_q = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$      $f = 100 \text{ Hz}$   
 $R_1 = 15 \Omega$      $C_1 = 70 \mu\text{F}$   
 $R_2 = 100 \Omega$   
 $R_3 = 5 \Omega$      $L = 100 \text{ mH}$

Bestimmen Sie die Kapazität  $C_2$ , so dass  $\underline{I}_2$  um  $45^\circ$  gegenüber  $\underline{U}_q$  voreilt.

**Aufgabe 1: Mittelwerte eines periodischen Signals**

Daten:  $\hat{u} = 100 \text{ V}$   $T = 10 \text{ ms}$

- Berechnen Sie den Gleichwert der Spannung.
- Berechnen Sie den Effektivwert der Spannung.

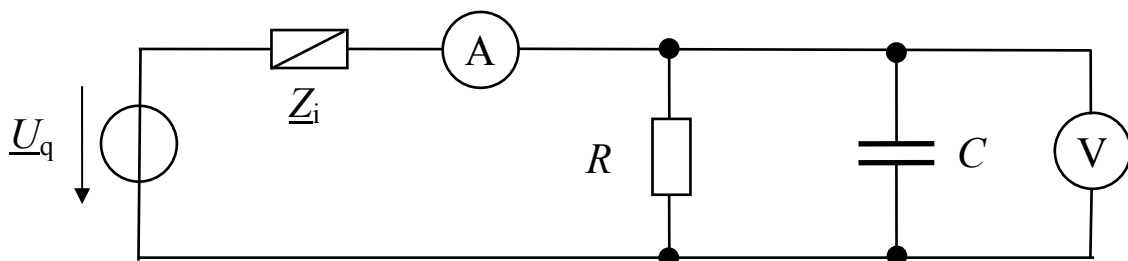
**Aufgabe 2: Transformation in die symbolische Methode und zurück**

- Transformieren Sie die im Zeitbereich beschriebene Spannung in die komplexe Darstellung. zwei Resultate angeben:
  - nach der Methode der Projektion auf die vertikale Achse.
  - nach der Methode der Projektion auf die horizontale Achse.

$$u = 311 \cdot \sin(\omega t + \pi/6) + 311 \cdot \cos(\omega t + \pi/3) + 311 \cdot \sin(\omega t - \pi/6), \text{ V}$$

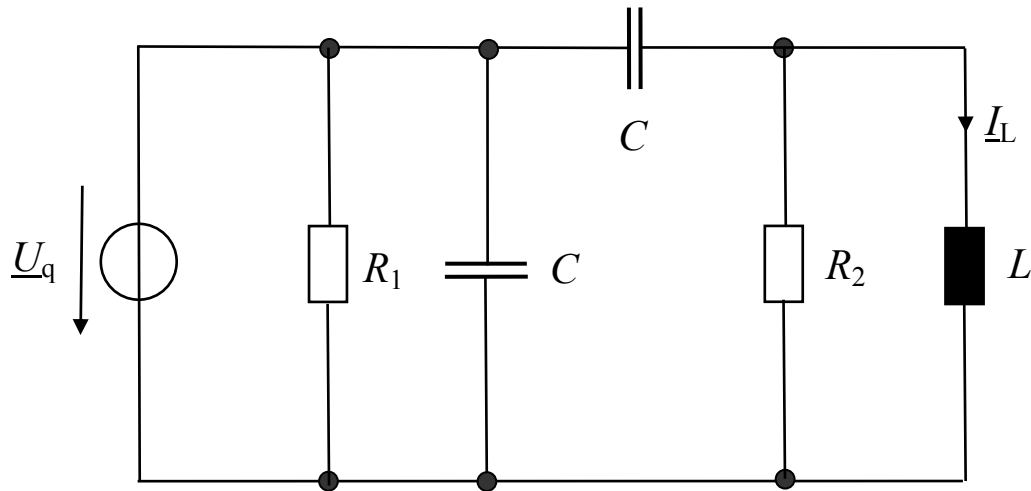
- Transformieren Sie die in der komplexen Darstellung beschriebene Spannung mit der Kreisfrequenz  $\omega$  in den Zeitbereich. zwei Resultate angeben:
  - nach der Methode der Projektion auf die vertikale Achse.
  - nach der Methode der Projektion auf die horizontale Achse.

$$\underline{U} = 19 + j \cdot 30 + 60 \angle -45^\circ - 10 \angle 90^\circ, \text{ V}$$

**Aufgabe 3: Äquivalente Schaltung, Strom und Spannung**

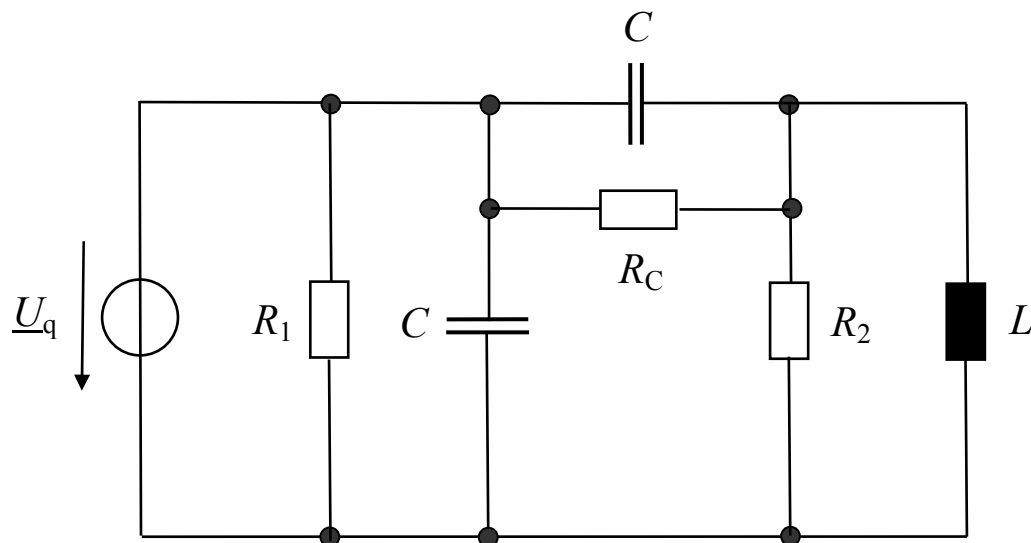
Daten:  $U_q = 10 \text{ V}$   $f = 1 \text{ kHz}$   $\underline{Z}_i = (10 + j \cdot 20) \Omega$   
 $R = 100 \Omega$   $C = 2 \mu\text{F}$

- Bestimmen Sie die äquivalente Serieschaltung für  $R$  parallel zu  $C$ .
- Welche Werte zeigen das Ampèremeter und das Voltmeter an?

**Aufgabe 4: Phasenbedingung**

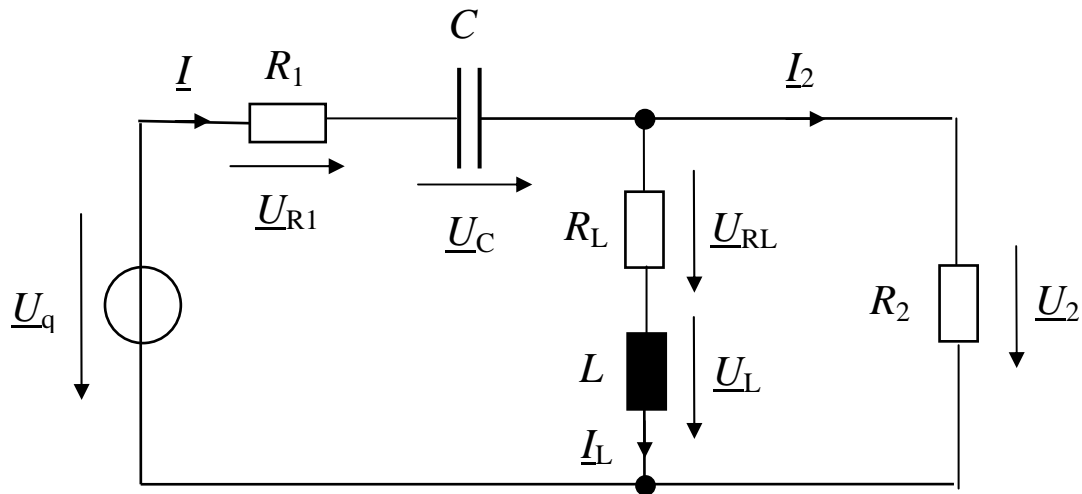
Daten:  $U_q = 10 \text{ V}$        $f = 1 \text{ kHz}$   
 $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$        $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$        $L = 5 \text{ mH}$

Bestimmen Sie  $R_2$ , so dass  $\underline{U}_q$  gegenüber  $\underline{I}_L$  um  $30^\circ$  voreilt.

**Aufgabe 5: Leistungsanpassung**

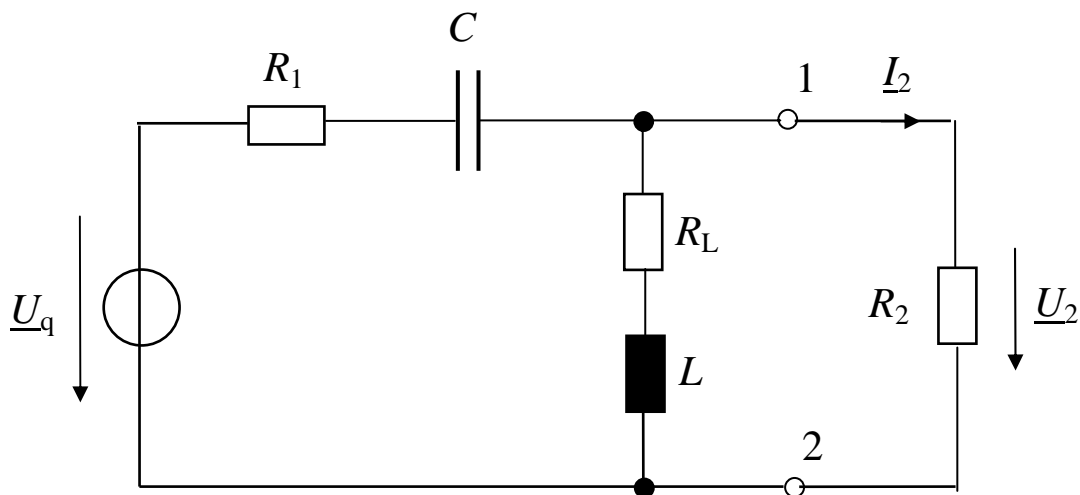
Daten:  $U_q = 10 \text{ V}$        $f = 1 \text{ kHz}$   
 $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$        $R_C = 33 \text{ }\Omega$        $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$

- Bestimmen Sie  $R_2$  und  $L$ , so dass die in  $R_2$  umgesetzte Leistung maximal wird.
- Berechnen Sie die maximale Leistung  $P_{\max}$ , die bei Anpassung umgesetzt wird.

**Aufgabe 1: Zeigerdiagramm**

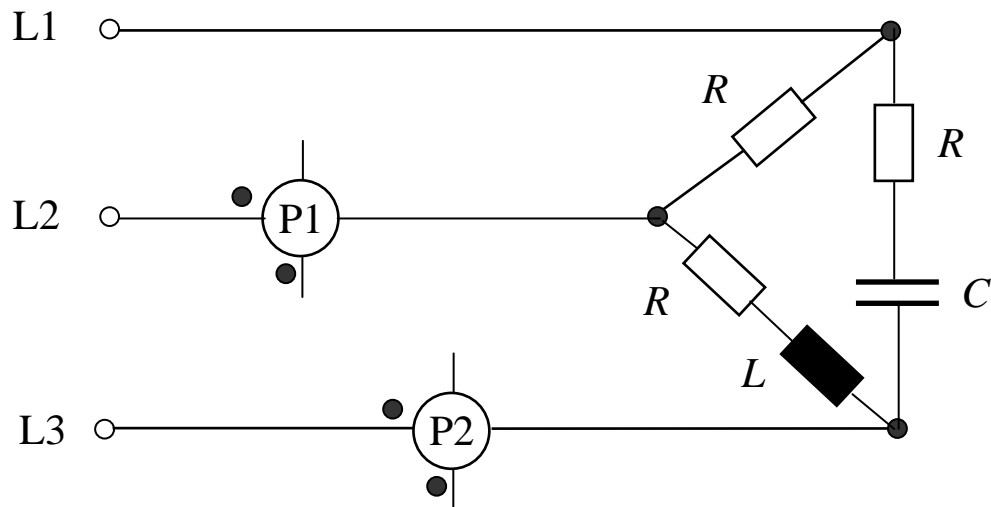
Daten:  $U_q = 220 \text{ V}$        $f = 50 \text{ Hz}$   
 $R_1 = 50 \, \Omega$        $R_2 = 200 \, \Omega$        $R_L = 100 \, \Omega$   
 $L = 637 \text{ mH}$        $C = 31,83 \, \mu\text{F}$

Zeichnen Sie massstäblich das Zeigerdiagramm mit allen Spannungen und Ströme.

**Aufgabe 2: Leistungsberechnung und Anpassung**

Daten:  $U_q = 220 \text{ V}$        $f = 50 \text{ Hz}$   
 $R_1 = 50 \, \Omega$        $R_L = 100 \, \Omega$   
 $L = 637 \text{ mH}$        $C = 31,83 \, \mu\text{F}$

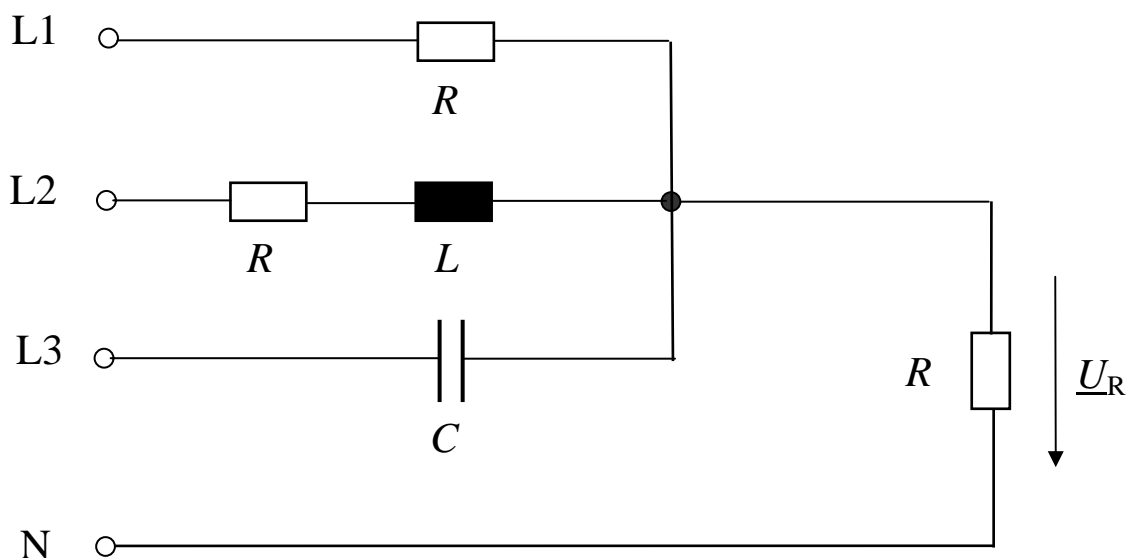
- Berechnen Sie die Leistung, die in  $R_2$  umgesetzt wird, falls  $R_2 = 200 \, \Omega$ .
- Bestimmen Sie  $R_2$ , so dass die in ihm umgesetzte Leistung maximal wird. Berechnen Sie die Leistung für diesen Fall.
- Ist diese Wirkleistung die maximal mögliche für eine Last an den Klemmen 1 und 2? Antwort ohne Rechnung, jedoch mit Begründung.

**Aufgabe 3: Dreieckschaltung an Drehstrom**

Daten: Aussenleiterspannungen (Phasenlage gemäss Kapitel W16):

$$\begin{array}{ll}
 U &= 380 \text{ V} & f &= 50 \text{ Hz} \\
 R &= 100 \, \Omega \\
 L &= 500 \text{ mH} & C &= 22 \, \mu\text{F}
 \end{array}$$

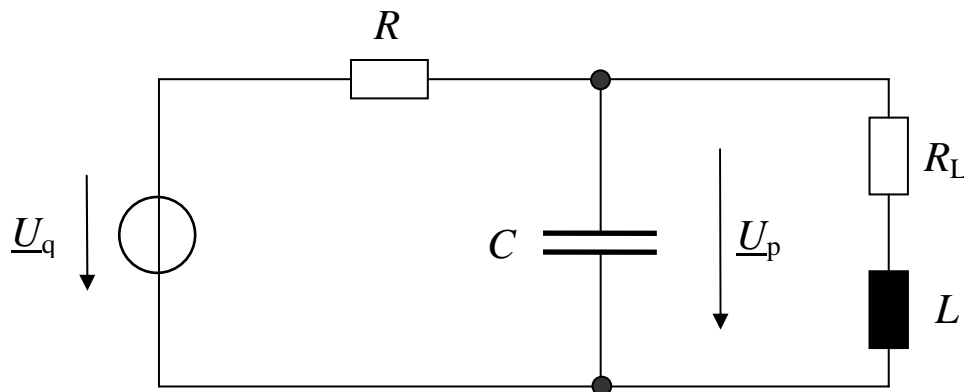
- Ergänzen Sie die Anschlüsse der beiden Wattmeter, so dass die Summe der angezeigten Werte die Wirkleistung in der Last ergibt.
- Berechnen Sie die in der Last umgesetzte Wirk- und Blindleistung.

**Aufgabe 4: Sternschaltung an Drehstrom**

Daten: Aussenleiterspannungen (Phasenlage gemäss Kapitel W16):

$$\begin{array}{ll}
 U &= 380 \text{ V} & f &= 50 \text{ Hz} \\
 R &= 100 \, \Omega \\
 L &= 500 \text{ mH} & C &= 22 \, \mu\text{F}
 \end{array}$$

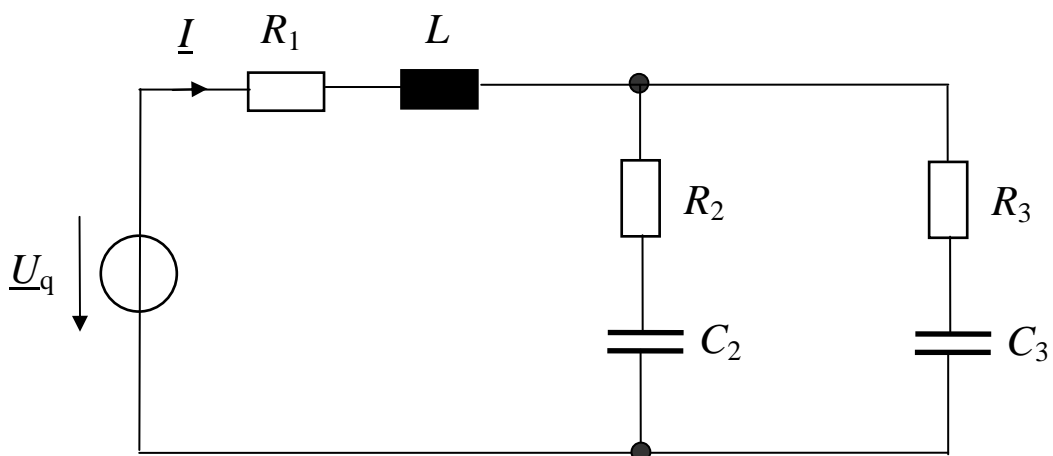
Bestimmen Sie die Spannung  $\underline{U}_R$ .

**Aufgabe 1: Phasenbedingung**

Daten:

$R$	=	1 k $\Omega$
$R_L$	=	100 $\Omega$
$L$	=	200 mH
$C$	=	2 $\mu$ F

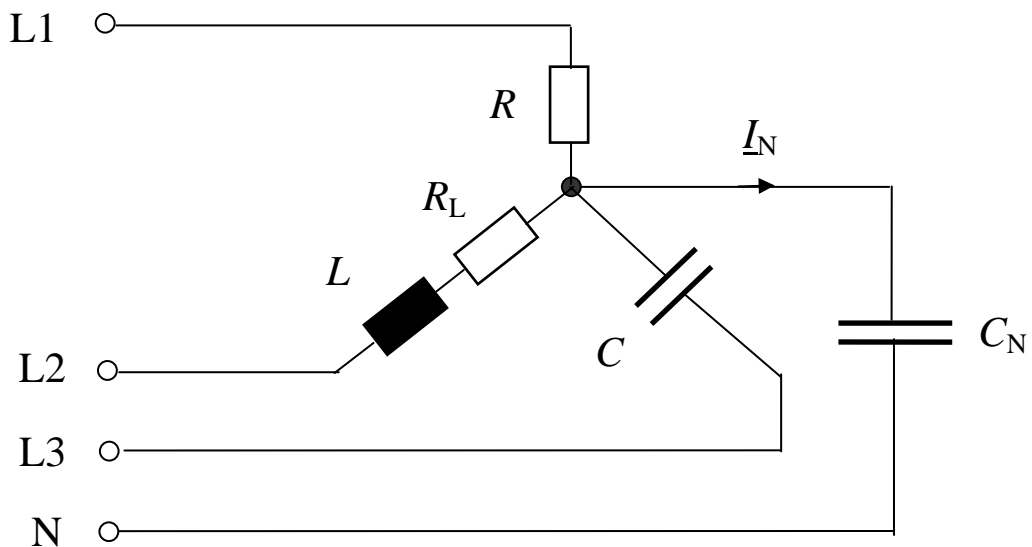
Bestimmen Sie  $\omega$ , so dass  $\underline{U}_p$  und  $\underline{U}_q$  die gleiche Phasenlage haben.

**Aufgabe 2: Scheinleistung**

Daten:

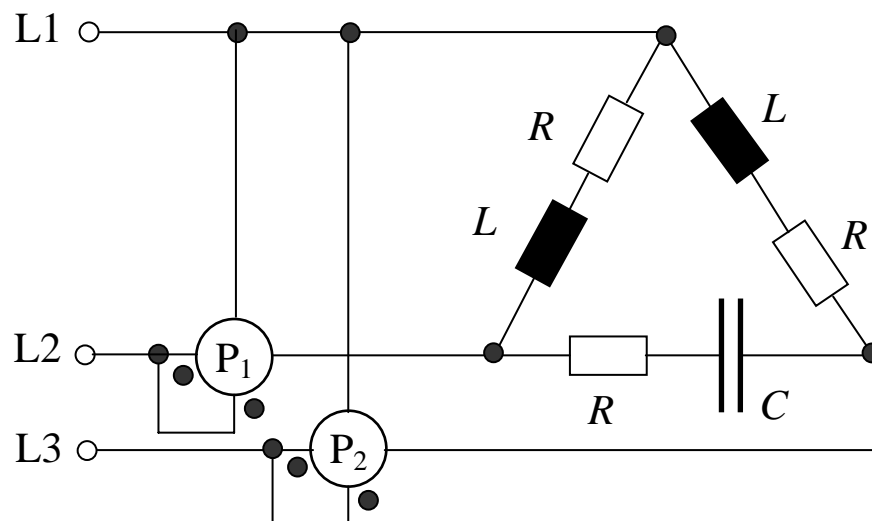
$U_q$	=	220 V	$f$	=	50 Hz
$R_1$	=	30 $\Omega$	$L$	=	130 mH
$R_2$	=	30 $\Omega$	$C_2$	=	160 $\mu$ F
$R_3$	=	40 $\Omega$	$C_3$	=	64 $\mu$ F

Berechnen Sie die in der gesamten Schaltung umgesetzte komplexe Scheinleistung  $\underline{S}$ .

**Aufgabe 3: Vierleiterschaltung**

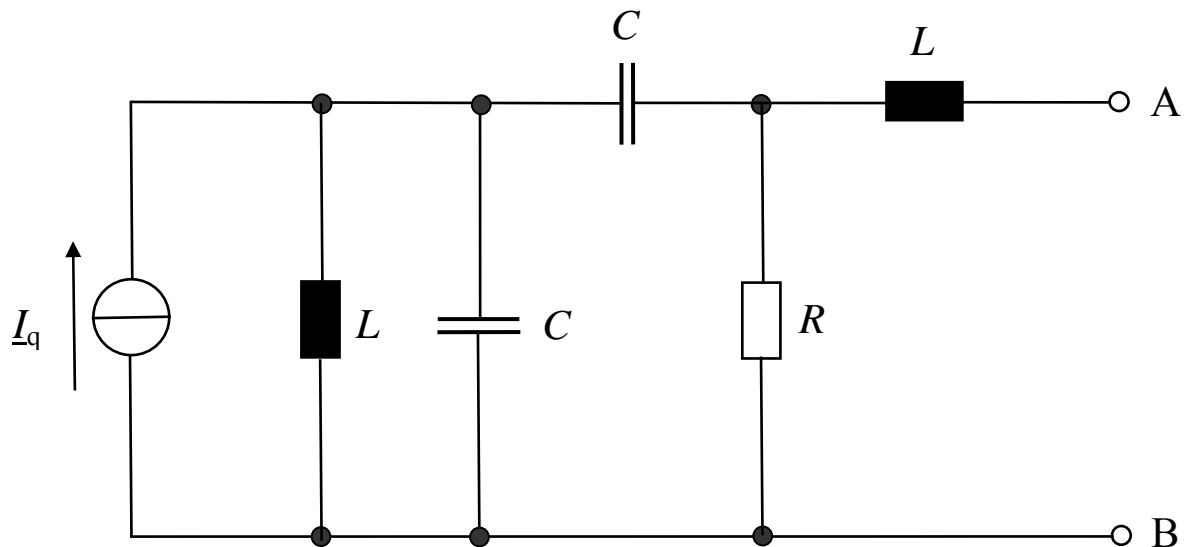
Daten:	$\underline{U}_{12} = 380 \text{ V } \angle 30^\circ$	$f = 50 \text{ Hz}$	$R = 100 \, \Omega$
	$\underline{U}_{23} = 380 \text{ V } \angle -90^\circ$	$L = 500 \text{ mH}$	$R_L = 10 \, \Omega$
	$\underline{U}_{31} = 380 \text{ V } \angle 150^\circ$	$C = 20 \, \mu\text{F}$	$C_N = 100 \, \mu\text{F}$

Bestimmen Sie den Strom  $\underline{I}_N$ .

**Aufgabe 4: Dreieckschaltung**

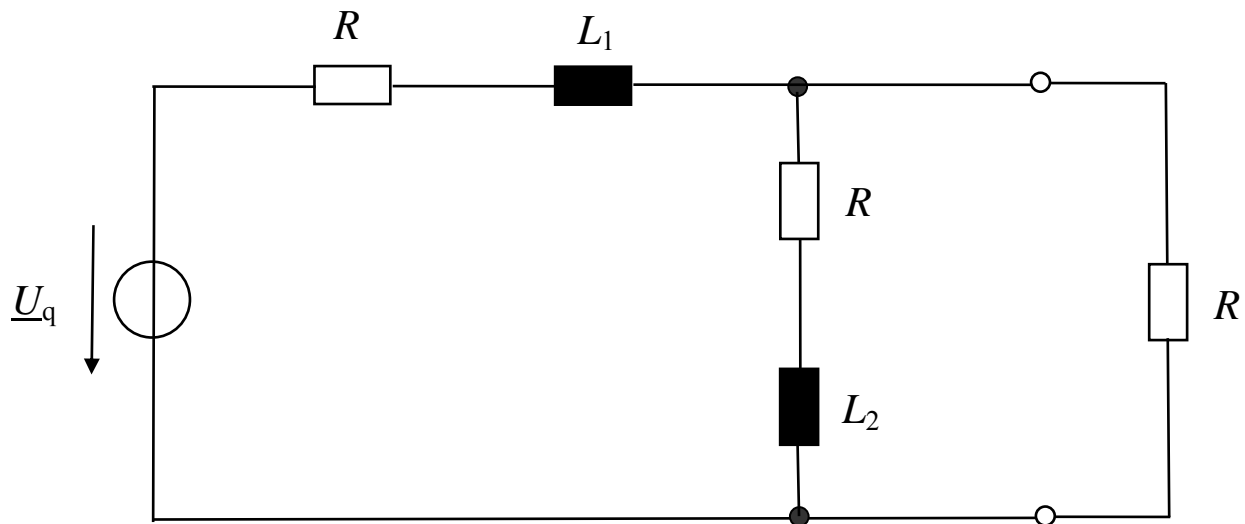
Daten:	$\underline{U}_{12} = 380 \text{ V } \angle 30^\circ$	$f = 50 \text{ Hz}$
	$\underline{U}_{23} = 380 \text{ V } \angle -90^\circ$	$R = 100 \, \Omega$
	$\underline{U}_{31} = 380 \text{ V } \angle 150^\circ$	$L = 200 \text{ mH}$
		$C = 20 \, \mu\text{F}$

Welche Werte zeigen die beiden Wattmeter ( $P_1$  und  $P_2$ ) an?

**Aufgabe 1: Ersatzspannungsquelle (Thévenin)**

Daten:  $\underline{I}_q = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$   $f = 1 \text{ kHz}$   
 $R = 100 \Omega$   $L = 10 \text{ mH}$   $C = 2,2 \mu\text{F}$

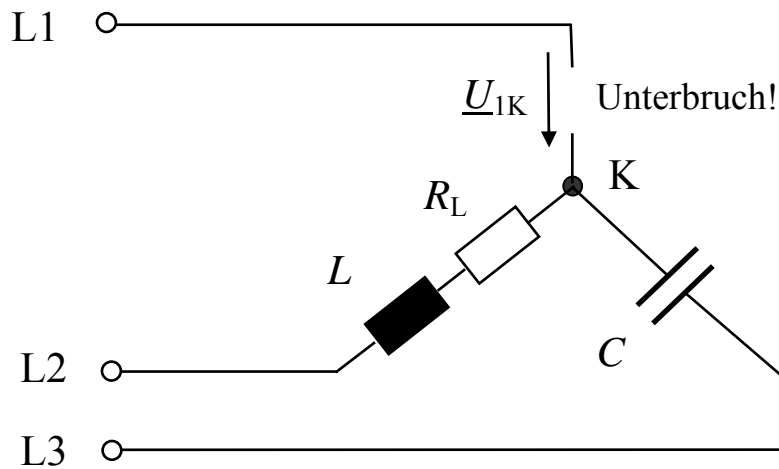
Bestimmen Sie die Ersatzspannungsquelle (Thévenin) zwischen den Anschlüssen A und B: Skizze der Schaltung mit  $\underline{U}_{qE}$  und  $\underline{Z}_{iE}$ .

**Aufgabe 2: Leistungsberechnung und Anpassung**

Daten:  $U_q = 100 \text{ V}$   $f = 500 \text{ Hz}$   
 $R_1 = 50 \Omega$   $L_1 = 10 \text{ mH}$   
 $R_2 = 100 \Omega$   $L_2 = 15 \text{ mH}$

- Bestimmen Sie  $R_L$ , so dass die in ihm umgesetzte Leistung (bei der gezeichneten Schaltung) maximal wird.
- Berechnen Sie den Widerstand  $R_L$  und ein weiteres zu bestimmendes Element, das **parallel** zu  $R_L$  geschaltet werden soll, so dass die Leistung in  $R_L$  den maximal möglichen Wert erreicht.

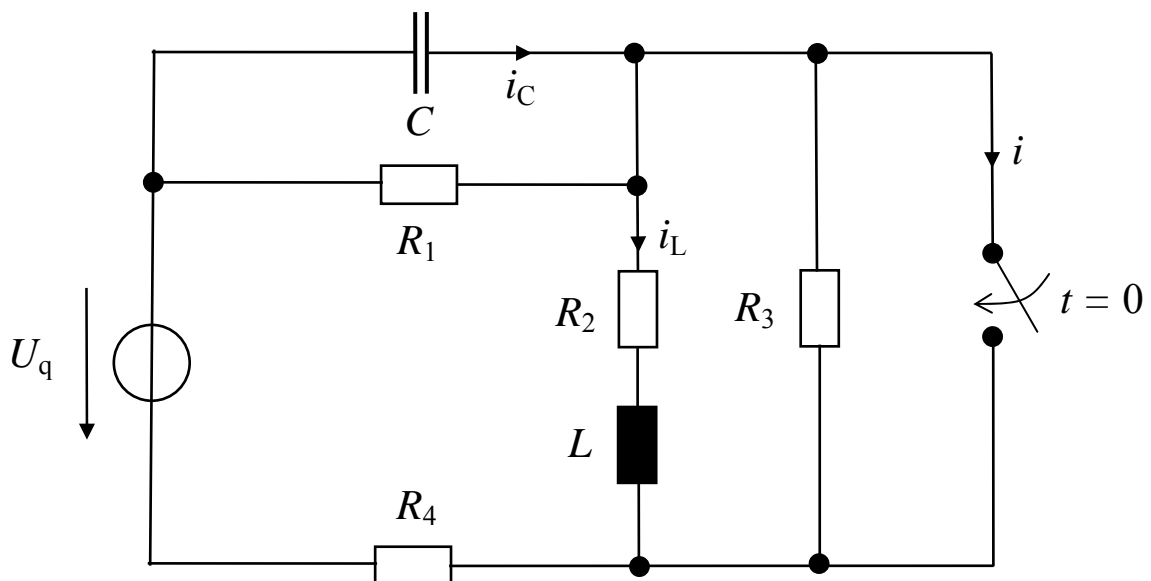


**Aufgabe 3: Sternschaltung mit Unterbruch der Phase L1**

Daten:

$\underline{U}_{12} = 380 \text{ V } \angle 30^\circ$	$f = 50 \text{ Hz}$	
$\underline{U}_{23} = 380 \text{ V } \angle -90^\circ$	$L = 50 \text{ mH}$	$R_L = 10 \Omega$
$\underline{U}_{31} = 380 \text{ V } \angle 150^\circ$	$C = 220 \mu\text{F}$	

Bestimmen Sie die Spannung  $\underline{U}_{1K}$ .

**Aufgabe 4: Ausgleichsvorgang**

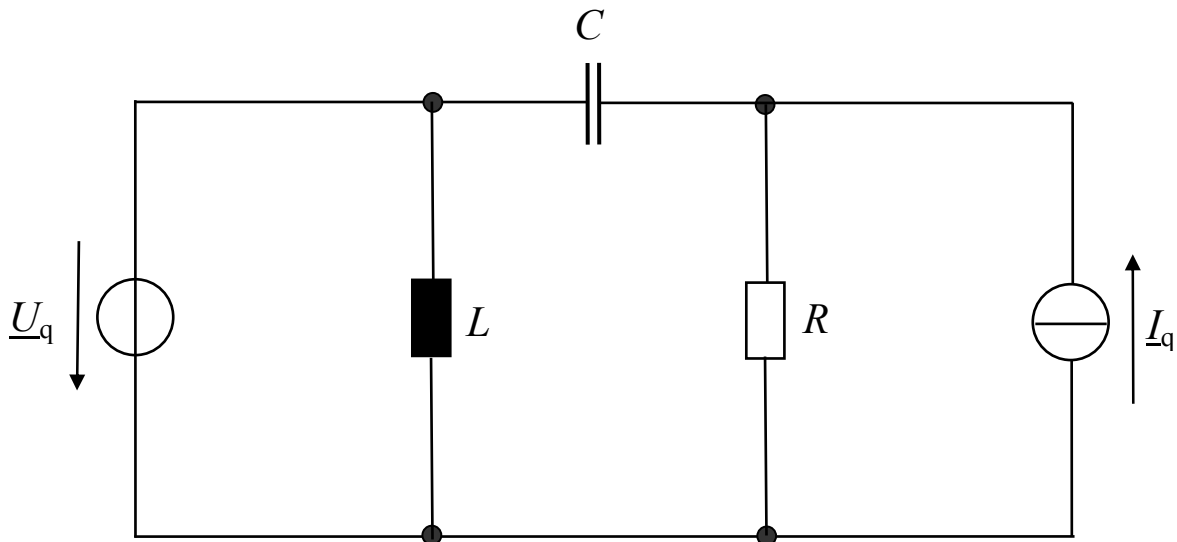
Daten:

$U_q = 60 \text{ V}$	$L = 400 \text{ mH}$	$C = 50 \mu\text{F}$
$R_1 = 100 \Omega$	$R_2 = 200 \Omega$	
$R_3 = 300 \Omega$	$R_4 = 400 \Omega$	

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  schliesst der Schalter. Davor ist der Zustand stationär.

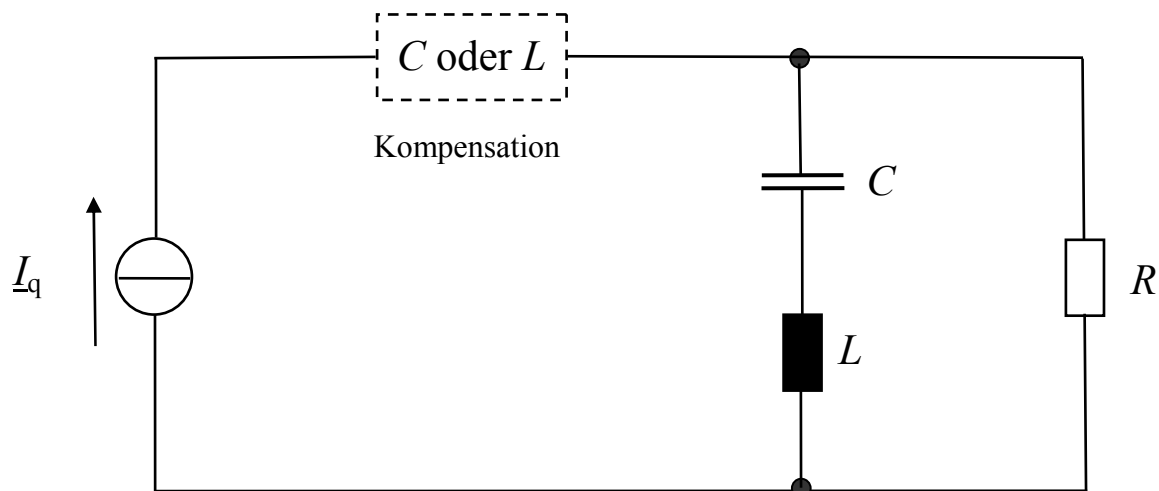
Bestimmen Sie den **zeitlichen Verlauf** von  $i_L$ ,  $i_C$  und  $i$  im Intervall  $-\tau < t < 5\tau$ .

**Quantitative** Angaben, mit **mathematischer** Beschreibung und **grafischer** Darstellung der Funktionen.

**Aufgabe 1: Scheinleistungen von Quellen**

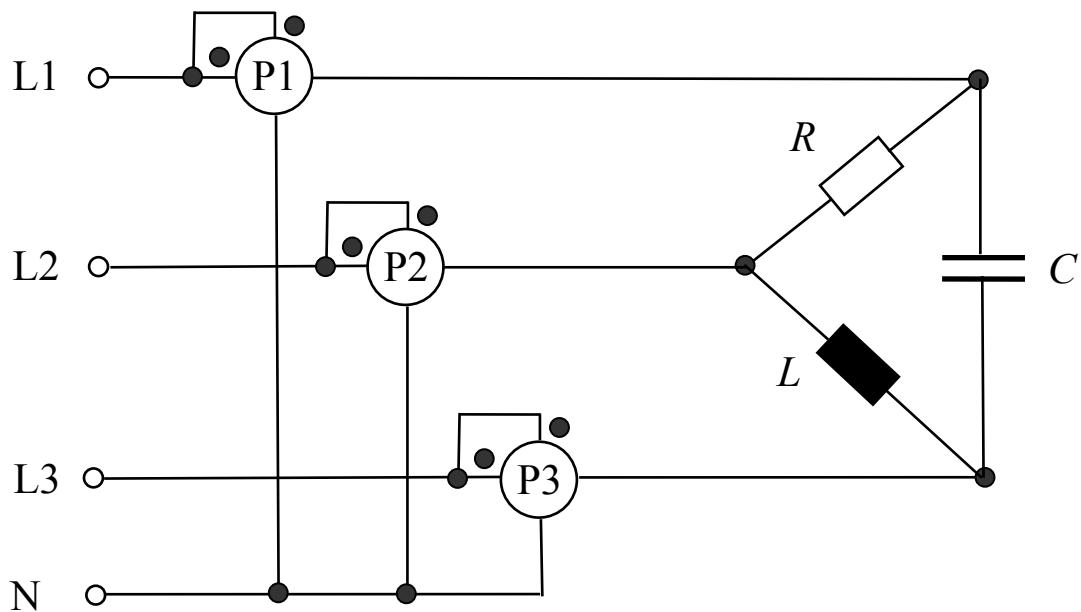
Daten:  $\underline{U}_q = 1 \angle 0^\circ \text{ V}$      $\underline{I}_q = 0,2 \angle -20^\circ \text{ A}$      $\omega = 10^6 \text{ s}^{-1}$   
 $R = 10 \, \Omega$      $L = 10 \, \mu\text{H}$      $C = 50 \text{ nF}$

Bestimmen Sie die komplexe Scheinleistung der beiden Quellen  $\underline{S}_U$  und  $\underline{S}_I$ .  
(für die Quellen soll, wie üblich, das Erzeugerpeilsystem zum Einsatz kommen)

**Aufgabe 2: Leistungsfaktor**

Daten:  $I_q = 2 \text{ A}$      $\omega = 10^6 \text{ s}^{-1}$   
 $R = 10 \, \Omega$      $L = 10 \, \mu\text{H}$      $C = 50 \text{ nF}$

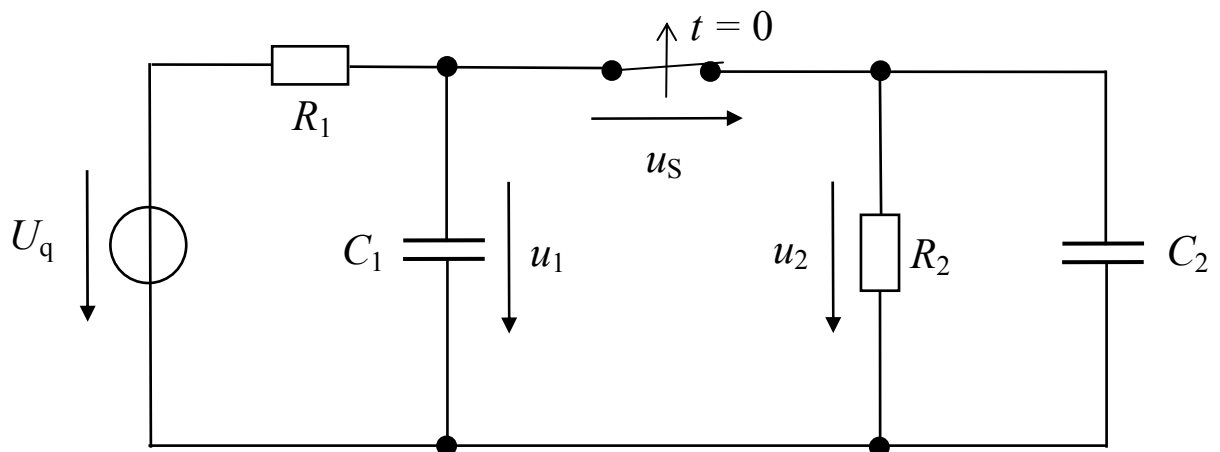
- Berechnen Sie den Leistungsfaktor  $\lambda$  der Schaltung (ohne Kompensation).
- Bestimmen Sie das Kompensationselement ( $C$  oder  $L$ ), das notwendig ist, um den Leistungsfaktor  $\lambda$  auf 1 zu verbessern.

**Aufgabe 3: Wirkleistung in einer Dreieckschaltung**

Daten:

$\underline{U}_{12} = 380 \text{ V } \angle 30^\circ$	$f = 50 \text{ Hz}$	$R = 100 \, \Omega$
$\underline{U}_{23} = 380 \text{ V } \angle -90^\circ$	$L = 500 \text{ mH}$	$C = 22 \, \mu\text{F}$
$\underline{U}_{31} = 380 \text{ V } \angle 150^\circ$		

- Berechnen Sie die gesamte Wirkleistung, die in der Dreieckschaltung umgesetzt wird.
- Bestimmen Sie die Anzeigen der drei Wattmeter.

**Aufgabe 4: Ausgleichsvorgang**

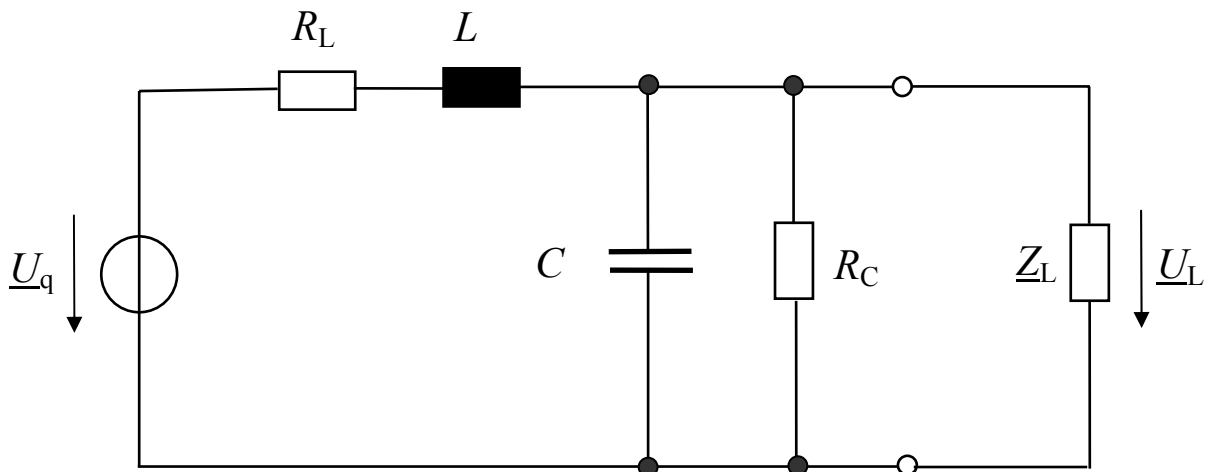
Daten:

$U_q = 12 \text{ V}$	$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$	$C_1 = 1 \, \mu\text{F}$
	$R_2 = 2 \text{ k}\Omega$	$C_2 = 0,5 \, \mu\text{F}$

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  öffnet der Schalter. Davor ist der Zustand stationär.

Bestimmen Sie den **zeitlichen Verlauf** von  $u_1$ ,  $u_2$  und  $u_S$  im Intervall  $-\tau < t < 5\tau$ .

**Quantitative** Angaben, mit **mathematischer** Beschreibung und **grafischer** Darstellung der Funktionen.

**Aufgabe 1: Leistungsanpassung**

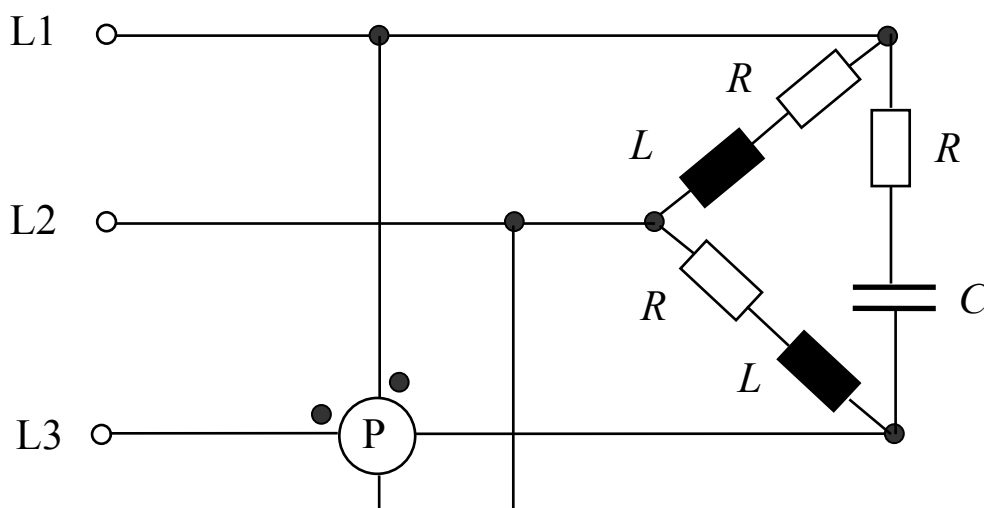
Daten:	$U_q$	=	100 V	$R_L$	=	40 $\Omega$
	$f$	=	500 Hz	$L$	=	10 mH
				$R_C$	=	100 $\Omega$
				$C$	=	0,5 $\mu$ F

Bestimmen Sie die Last  $Z_L$ , so dass die in ihr umgesetzte Wirkleistung  $P$  maximal wird.

Wie kann  $Z_L$  realisiert werden? Angabe von zwei Varianten:

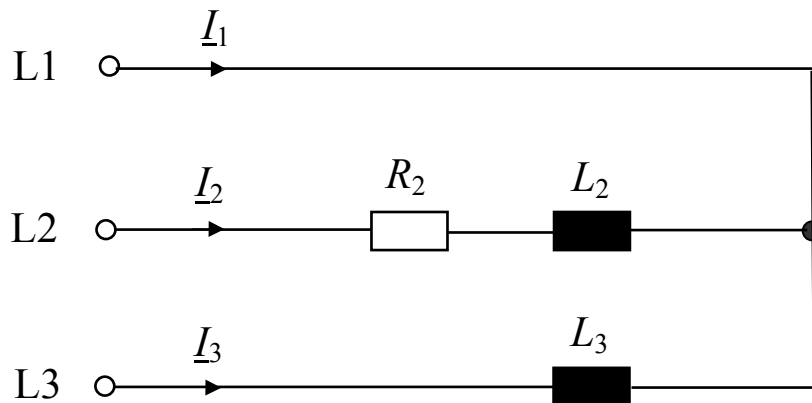
eine Serie- und eine Parallelschaltung von jeweils zwei Schaltungselementen.

Wie gross wird  $U_L$ ?

**Aufgabe 2: Wattmeter im Drehstromnetz**

Daten:	Aussenleiterspannungen (Phasenlage gemäss Kapitel W16):					
	$U$	=	380 V	$R$	=	27 $\Omega$
	$f$	=	50 Hz	$L$	=	86 mH
				$C$	=	118 $\mu$ F

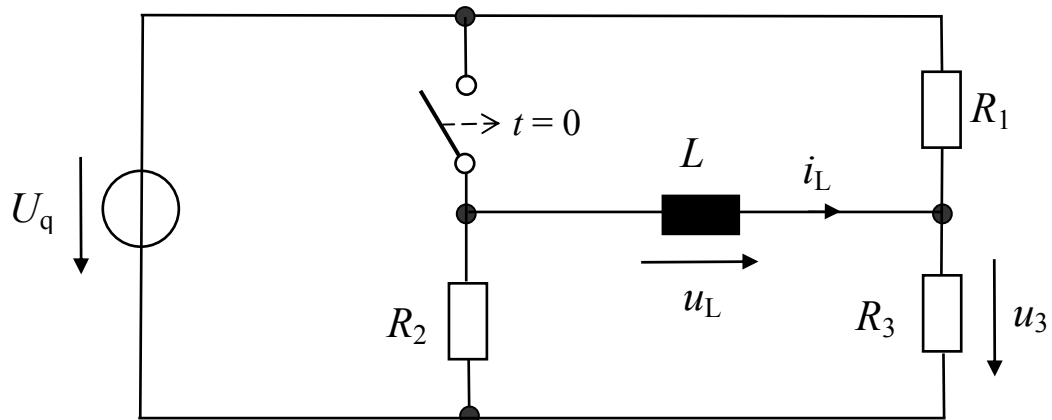
Bestimmen Sie den Wert, den das Wattmeter anzeigt.

**Aufgabe 3: Sternschaltung**

Daten: Aussenleiterspannungen (Phasenlage gemäss Kapitel W16):

$$U = 380 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad R_2 = 10 \Omega$$

- Bestimmen Sie  $L_2$  und  $L_3$ , so dass die Effektivwerte (Zeigerlängen) von  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$  und  $\underline{I}_3$  gleich gross sind (symmetrische Ströme).
- Berechnen Sie  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$  und  $\underline{I}_3$  (Effektivwert und Phasenlage).

**Aufgabe 4: Ausgleichsvorgang**

Daten:  $U_q = 24 \text{ V}$        $L = 300 \text{ mH}$   
 $R_1 = 100 \Omega$        $R_2 = 200 \Omega$        $R_3 = 300 \Omega$

Der Zustand vor  $t = 0$  ist stationär.

Der Schalter schliesst bei  $t = 0$ .

Bestimmen Sie den zeitlichen Verlauf von  $i_L$ ,  $u_L$  und  $u_3$  im Intervall  $-\tau < t < 5\tau$ .

Quantitative Angaben, mit mathematischer Beschreibung der Funktionen und grafischer Darstellung der Kurven.