Institut für Regelungstechnik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr.-Ing. W. Schumacher
Prof. Dr.-Ing. M. Maurer
Prof. em. Dr.-Ing. W. Leonhard

Hans-Sommer-Str. 66
38106 Braunschweig
Tel. (0531) 391-3836

Klausuraufgaben Grundlagen der Elektrotechnik 09.09.2008

Name: ____________________ Vorname: ____________________

Matr.-Nr.: __________________ Studiengang: _________________

1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:

Summe: ________ Note: ________

Alle Lösungen sollen **nachvollziehbar** bzw. **begründet** sein.

Für **jede Aufgabe** ein **neues Blatt** verwenden.
Keine Rückseiten beschreiben.
Keine roten Stifte verwenden.

1 Kondensatornetzwerk

Punkte: 18

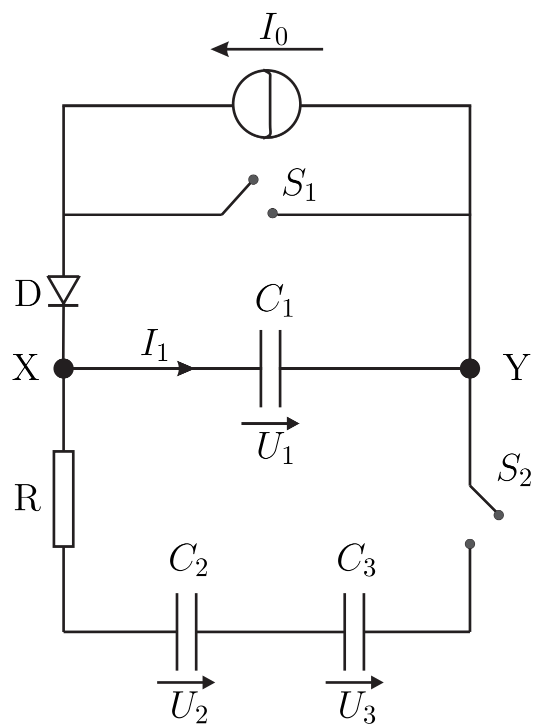


Bild 1

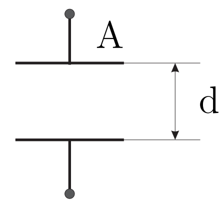


Bild 2

In dem gegebenen Netzwerk (Bild 1) sind alle Kondensatoren entladen. Der Kondensator C_1 ist über die ideale Diode D und den Schalter S_1 an die Stromquelle I_0 angeschlossen. Nach der Zeit $t_1 = 0,5s$ wird der Schalter S_1 geschlossen. Der Schalter S_2 bleibt weiterhin geöffnet. Über dem Kondensator C_1 wird eine Spannung U_1=100V gemessen.
Die Plattenkondensatoren C_1, C_2 und C_3 werden mit einem Plattenabstand $d = 0,5mm$ und einer Fläche $A = 200mm^2$ realisiert.

Gegeben: $\varepsilon_0 = 8,854.10^{-12} As/Vm$, $\varepsilon_{r1} = 2$ und $\varepsilon_{r2} = \varepsilon_{r3} = 4$.

a) Berechnen Sie den Ladestrom I_1, wenn die Plattenkondensatoren nach Bild 2 betrachtet werden.

b) Berechnen Sie die im Netzwerk gespeicherte Energie W zum Zeitpunkt $t = 0,5s$.

c) Welche maximal zulässige Spannung U_{Qmax} kann an den Kondensator angelegt werden, wenn die Durchschlagfeldstärke in Luft $E_D = 100KV/cm$ beträgt?

Der Schalter S_2 wird nun geschlossen. Der Schalter S_1 bleibt weiterhin geschlossen und das Abklingen des neuen Einschwingvorganges wird abgewartet.

d) Berechnen Sie die Gesamtkapazität C_{ges} des Netzwerkes zwischen den Klemmen X und Y, wenn der Widerstand R vernachlässigt wird.

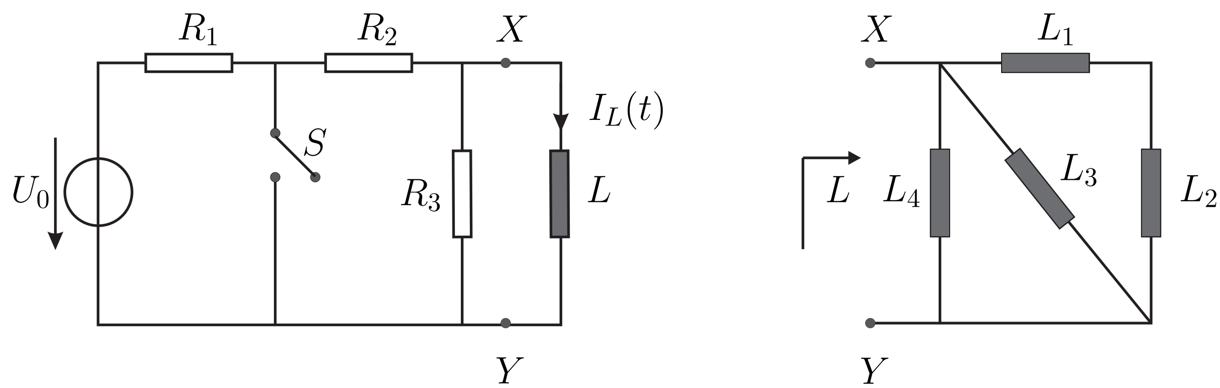
e) Berechnen Sie die Spannungen U_1, U_2 und U_3.

f) Berechnen Sie die nun im Netzwerk gespeicherte Energie $W^\star$.

g) Erklären Sie die Differenz der Energie $\Delta W = W - W^\star$ zwischen Aufgabenteil f) und b).

2 Induktivitätsnetzwerk

Punkte: 16



(A)

(B)

Im Netzwerk in Bild A ist der Schalter S offen. Die Induktivität L in Bild A berechnet sich durch das Netzwerk in Bild B.

Gegeben:
U_0=10V
$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$
L_1=8H, L_2=12H, L_3=5H, L_4=4H

a) Berechnen Sie zahlenmäßig die Gesamtinduktivität L.

b) Betrachten Sie das Netzwerk nach Abklingen der Einschwingvorgänge bei offenem Schalter S. (d.h. $t \longrightarrow \infty$):

   b1) Skizzieren Sie das Netzwerk in Bild A in der einfachsten Form.

   b2) Berechnen Sie zahlenmäßig den Ladestrom $I_{L1}(t) = I_L(t \to \infty)$.

   b3) Bestimmen Sie den Energiegehalt W_1 in der Induktivität L.

c) Skizzieren Sie den Verlauf des Stroms $I_{L1}(t)$ vom Zeitpunkt t_0 des Einschaltens der Spannungsquelle bis zum Zeitpunkt des Abklingens der Einschwingvorgänge. Tragen Sie die ermittelten Größen $I_{L1}(t)$ aus Aufgabenteil b2) in die Skizze ein.

Nun wird der Schalter S geschlossen.

d) Berechnen Sie die Zeitkonstante τ des Ausgleichsvorgangs von $I_L(t)$ wenn der Schalter S geschlossen ist.

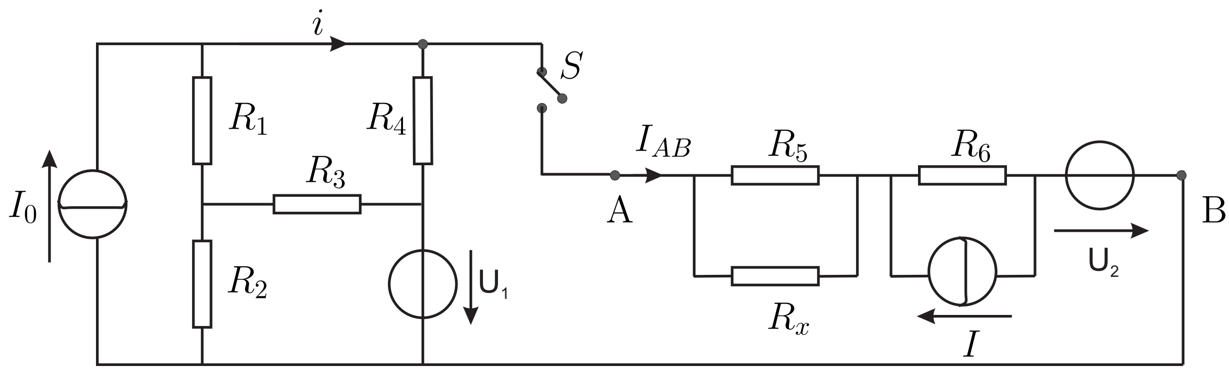
e) Berechnen Sie den Zeitpunkt $t^\star$, an dem der Strom $I_{L2}(t) = I_L(t^\star)$ auf die Hälfte des Ladestroms aus Aufgabenteil b2) abgeklungen ist.
(d.h. $I_L(t^\star) = 0.5 I_L(t \to \infty)$).

f) Bestimmen Sie die Energiedifferenz $\triangle W = W_1 - W_2$. Dabei ist W_2 der Energiegehalt der Induktivität L nach Ablauf der Zeit $t^\star$ aus Aufgabenteil e).

g) Skizzieren Sie den Verlauf des Stroms $I_{L2}(t)$ nachdem der Schalter geschlossen wurde und tragen Sie die ermittelten Größen $t^\star$ und $I_L(t^\star)$ aus Aufgabenteil e) in die Skizze ein.

3 Gleichstromnetzwerk

Punkte: 22



In dem gegebenen Netzwerk ist der Schalter S offen.

Gegegeben:
$I_0 = 4A, I = 3A, U_1 = 20V, U_2 = 5V$
$R_1 = 3\Omega,\ R_2 = 5\Omega, R_3 = 1\Omega$
$R_4 = 2\Omega, R_5 = 2\Omega, R_6 = 1\Omega$

a) Berechnen Sie mit Hilfe des Überlagerungssatzes und des Maschenstromverfahrens den Strom i.

b) Berechnen Sie mit Hilfe des Überlagerungssatzes den neuen Wert des Stroms i, wenn die Stromquelle I_0 einen Strom von $8A$ liefert.

c) Berechnen Sie zahlenmäßig mit dem Ergebnis aus Aufgabenteil a) die im Widerstand R_4 umgesetzte Leistung P_{R4}.

Nun wird der Schalter S geschlossen.

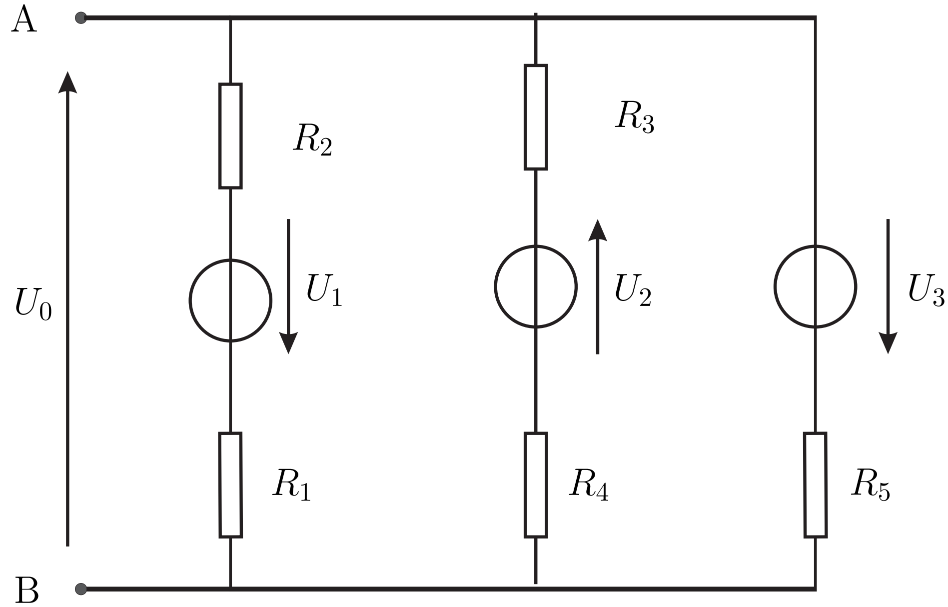
d) Berechnen Sie den hierfür erforderlichen Wert des Widerstands R_x, dass die Spannung U_{AB} gleich 18V wird. Gegeben ist der Wert des Stroms $I_{AB} = 5A$.

(*Hinweis*: Nutzen Sie das Quellentransformation-Verfahren)

e) Berechnen Sie die im Widerstand R_4 umgesetzte neue Leistung $P^{\star}_{R4}$.

4 Gleichstromnetzwerk

Punkte: 17



Das Netzwerk ist bezüglich der Klemmen A und B durch eine Ersatzspannungsquelle darzustellen.

Gegeben:
U_1=U_2=U_3=12V
$R_1 = 2\Omega,\ R_2 = 2\Omega,\ R_3 = 6\Omega$
$R_4 = 6\Omega,\ \ R_5 = 2\Omega$

a) Berechnen Sie den Innenwiderstand R_i der Ersatzquelle.

b) Berechnen Sie zahlenmäßig die Leerlaufspannung U_0.

Das Netzwerk ist an den Klemmen A-B durch einen Widerstand R_L belastet.

c) Berechnen Sie die im Lastwiderstand R_L umgesetzte Leistung $P_{RL} = f(R_L)$.

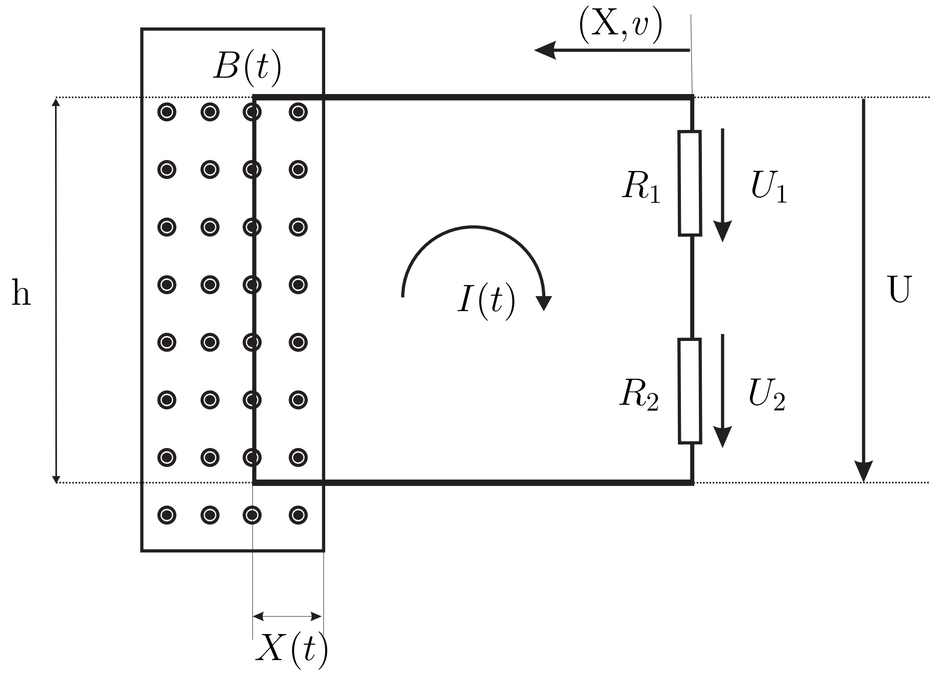
d) Welchen Wert muss der Widerstand R_L haben, so dass die umgesetzte Leistung P_{RL} maximal wird?

e) Die maximal umgesetzte Leistung P_{RL} ist zahlenmäßig zu berechnen.

f) Skizzieren Sie den Verlauf der Leistung $P_{RL} = f(R_L)$. Tragen Sie die Werte für: $R_L = 0.25R_i,\ 0.5R_i,\ 0.75R_i$ und R_i ein.

5 Induktion

Punkte: 22



Die dargestellte Leiterschleife aus dünnem Kupferdraht wird durch ein homogenes Magnetfeld mit der Flussdichte $B(t) = B_0 \sin(\omega t)$ durchsetzt. Die Leiterschleife bewegt sich senkrecht zum Magnetfeld $B(t)$ in Richtung x mit der Geschwindigkeit v. Der Drahtabschnitt hat die Länge h und ist durch zwei Widerstände R_1 und R_2 belastet.

a) Berechnen Sie den erzeugten Fluss $\phi = f(h, v, t)$.

b) Berechnen Sie die Spannung $U = f(h, v, t)$.

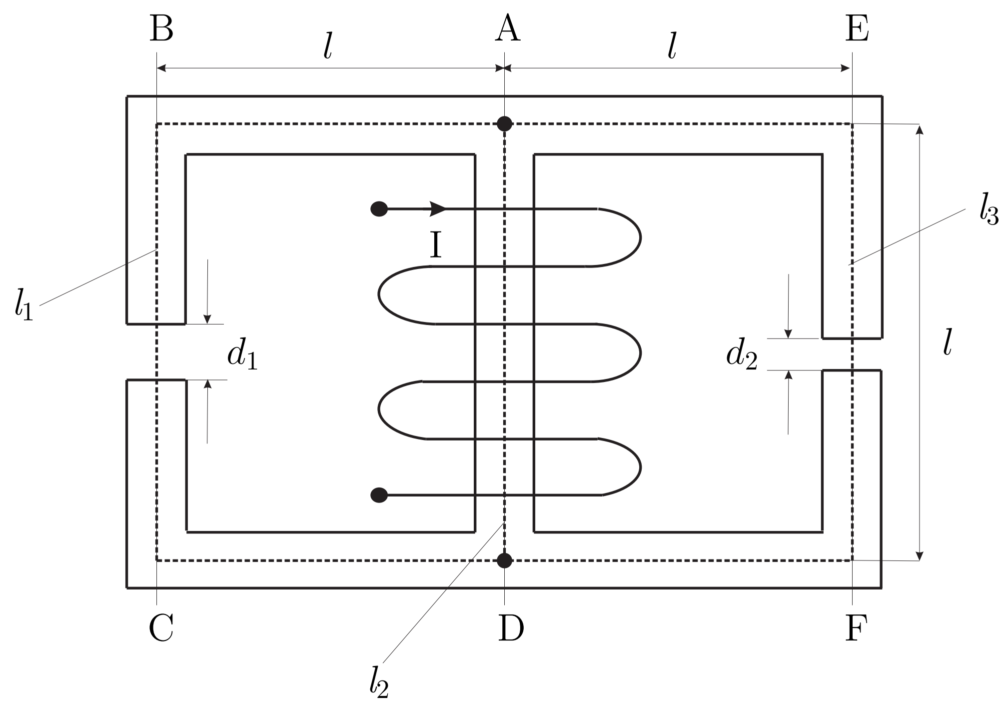
c) Berechnen Sie den Strom $I = f(h, v, t)$.

d) Berechnen Sie die Spannung $U_1 = f(h, v, t)$.

e) Berechnen Sie die Spannung $U_2 = f(h, v, t)$.

6 Magnetischer Kreis

Punkte: 18



Der gegebene Elektromagnet hat einen Kern aus Dynamoblech mit konstanter Permeabilität M_r. Auf dem mittleren Schenkel (AD) ist eine Spule mit N Windungen angebracht. Die Querschnittsfläche ist überall quadratisch mit einer Fläche A und weist die Kantenlänge l und die Luftspalte d_1 und d_2 auf. Die Streuung ist zunächst zu vernachlässigen. Durch die Spule auf dem mittleren Schenkel (AD) fließt ein sinusförmiger Strom mit der Amplitude $\hat{I}$.

Gegeben:
$A = 4\,cm^2, \quad l = 10cm, \quad d_1 = 1cm, \quad d_2 = 0.5cm$
$\hat{I} = 2A, \quad \mu_0 = 4\pi.10^{-7}H/m, \quad \mu_r = 1000, \quad N = 500$

a) Skizzieren Sie das vollständige Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und tragen Sie alle magnetischen Größen mit ihren Bezugsrichtungen ein.

b) Berechnen Sie die magnetischen Widerstände R_1, R_2 und R_3 bezüglich der mittleren Linien l_i in allen drei Teilen (ABCD, AD und AEFD) des magnetischen Kreises.

c) Berechnen Sie den magnetischen Gesamt-Ersatzwiderstand R_{ges}.

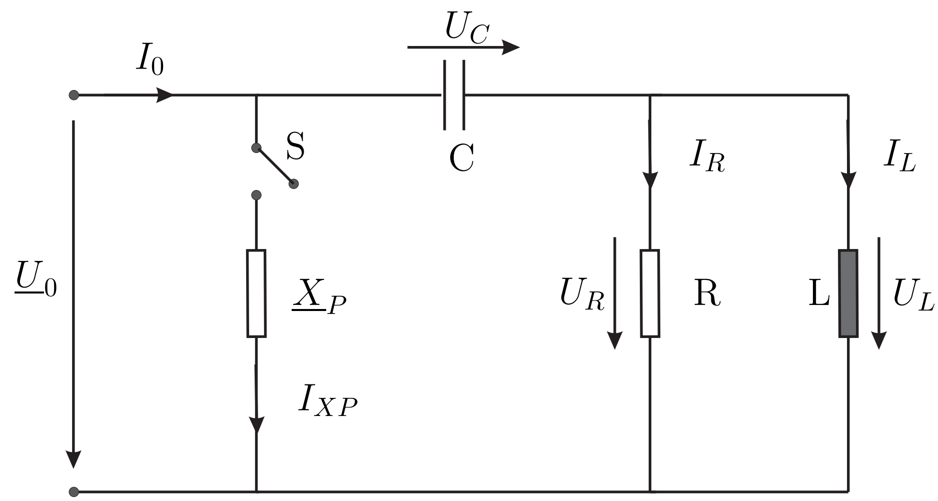
d) Berechnen Sie den magnetischen Fluss $|\Phi_{l2}|$ durch den mittleren Schenkel AD.

e) Berechnen Sie die Flussdichte $|B_{l2}|$ im mittleren Schenkel AD.

f) Berechnen Sie die Induktivität L.

g) Entscheiden und erklären Sie für den Fall, dass der Luftspalt d_1 geschlossen ist, also $d_1 = 0$ ist, ob der magnetische Fluss in dem mittleren Schenkel AD erhöht oder reduziert wird?

7 Komplexe Wechselstromrechnung **Punkte: 18**



Das dargestellte Netzwerk wird an einer Wechselspannung mit der Kreisfrequenz ω betrieben. Der Schalter S ist geöffnet. Die Spannungsquelle $\underline{U}_0$ wird durch das Netzwerk kapazitiv belastet.

Gegeben: $|\underline{U}_0|$=12V, $|\underline{I}_R|$=40mA, L=100mH, $R = 250\Omega$, $\omega = 2.10^3 rad/sec.$

a) Berechnen Sie die Beträge der Spannung $|\underline{U}_R|$ und des Stromes $|\underline{I}_L|$.

b) Das vollständige Zeigerdiagramm mit allen Strömen und Spannungen ist zu entwickeln (Maßstab: $1V \cong 1cm$, $10mA \cong 1cm$). Die Größen $|\underline{I}_0|$, $|\underline{U}_C|$ und der Phasenwinkel ϕ_0 der Spannung $\underline{U}_0$ sind betragsmäßig anzugeben (abzulesen).

(*Hinweis*: Verwenden Sie $\underline{U}_R$ als Bezugszeiger)

c) Bestimmen Sie die Größe der Kapazität C mit den Ergebnissen aus Aufgabenteil b).

d) Berechnen Sie die in dem Netzwerk umgesetzte Wirk-, Blind- und Scheinleistung.

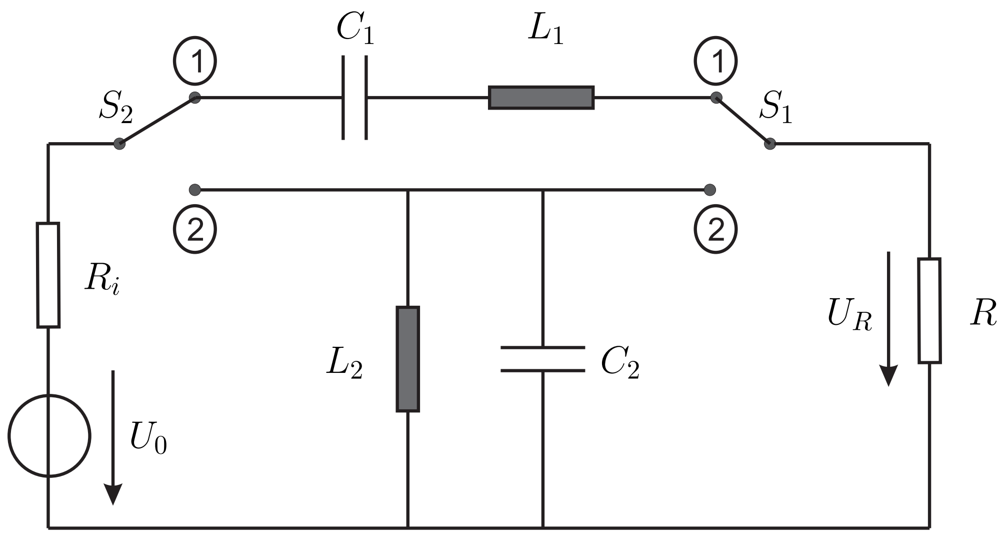
Der Blindwiderstand $\underline{X}_P$ wird durch Schließen des Schalters S dem Netzwerk parallel geschaltet.

e) Der Blindwiderstand $\underline{X}_P$ soll so bestimmt werden, dass an den speisenden Klemmen $\cos\phi_0 = 1$ wird.

f) Die von der Spannungsquelle gelieferte Wirk-, Blind- und Scheinleistung ist für die neue Einstellung zu berechnen.

8 Ortskurven

Punkte: 20



Die Wechselspannungsquelle $\underline{U}_0$ mit dem Innenwiderstand R_i wird an einem R,L,C Netzwerk betrieben. Die Schalter S_1 und S_2 stehen in Position 1.

Gegeben: $L_1 = 100mH, C_1 = 10\mu F, R = 500\Omega$.

a) Berechnen Sie allgemein die Lastimpedanz $\underline{Z}$ der Spannungsquelle in der Form $A + jB$. (*Hinweis*: Der Innenwiderstand R_i soll nicht betrachtet werden)

b) Die Schaltung ist im Folgenden so dimensioniert, dass im Resonanzfall Leistungsanpassung vorliegt.

b1) Geben Sie die Bedingung für Resonanz an.

b2) Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz ω_0.

b3) Bestimmen Sie den Kreisgütefaktor Q des Schwingkreises.

b4) Welcher Resonanzfall ist hier zu finden?

b5) Bestimmen Sie den Betrag $|\frac{U_R}{U_0}|$ des komplexen Spannungsteilers bei den - Frequenzen $\omega = 0s^{-1}$, $\omega = \omega_0$ und $\omega \to \infty$.
(*Hinweis*: Der Innenwiderstand R_i soll betrachtet werden).

c) Skizzieren Sie den Verlauf von $|\frac{U_R}{U_0}| = f(\omega)$.

d) Bestimmen Sie die Grenzwerte der Impedanz $\underline{Z}$ aus Aufgabenteil a) für $\omega = 0s^{-1}$, $\omega = \omega_0$ und $\omega \to \infty$.

e) Zeichnen Sie die Ortskurve von $\underline{Z}$. Die Punkte für die Frequenzen nach d), sowie der kapazitive und induktive Bereich sind zu kennzeichnen.

Die Schalter S_1 und S_2 stehen nun in Position 2.

f) Berechnen Sie zahlenmäßig die Werte von L_2 und C_2, so dass die Resonanzfrequenz $\omega_0^\star$ weiterhin dem Wert aus Aufgabenteil b2) entspricht, der Kreisgütefaktor $Q^\star$ des Schwingkreises jedoch um den Faktor 10 größer ist. (d.h. $\omega_0^\star = \omega_0$ und $Q^\star = 10\ Q$). Der Betrag des Widerstandes $R = 500\Omega$ ist unverändert.