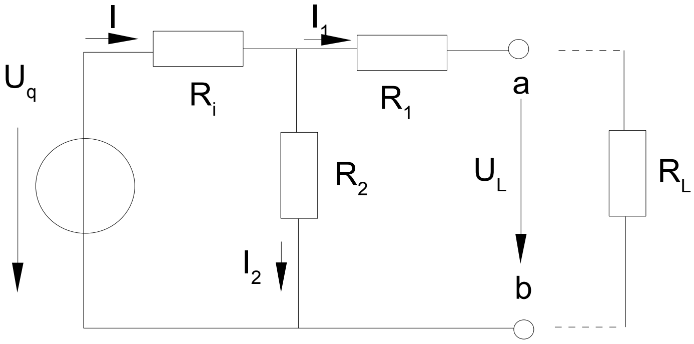
Ergebnisse (aber nicht überall Zahlenwerte) **der**
Klausur-ähnlichen Beispielaufgaben
zu "Elektrotechnik Grundlagen" für FM, SS 2008
(hierin sind noch keine Wechselstromaufgaben enthalten)
(leicht berichtigt und ergänzt gegenüber der Version vom 27.09.2008)
Alle Lösungswege sind auch im „Roten Faden“ erklärt

Zu Aufgabe 1

Gegeben: U_q, R_i, R_1, R_2, R_L



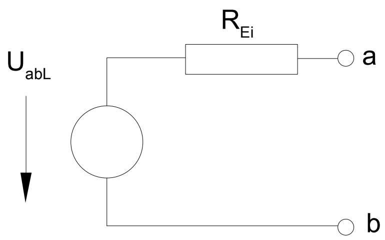
a) $U_{abL} = \frac{R_2}{R_i + R_2} \cdot U_q$ (durch R_1 fließt kein Strom, also ist I_2 = I).

b) Der Kurzschlussstrom I_{1K} fließt dann, wenn die beiden Klemmen a und b direkt verbunden (= kurzgeschlossen) werden. Zur Berechnung kann zunächst der Gesamtstrom I für den Kurzschlussfall ermittelt werden, also

$I = \frac{U_q}{R_1 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R2}}$. Anschließend wendet man hierauf die Stromteilerregel für I_1 an:

$$I_{1K} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{U_q}{(R_i + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2})} \quad .$$

c) Bezüglich der Klemmen a und b verhält sich die Ersatzschaltung wie die der Aufgabenstellung oben:



d) $R_{Ei} = \frac{U_{abL}}{I_{1K}} = R_1 + \frac{R_i \cdot R_2}{R_i + R_2}$

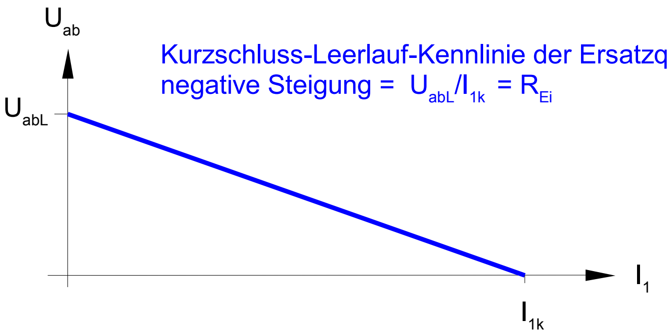
e) $R_L = R_{Ei}$.

Diese Leistungsanpassung ist nur sinnvoll, wenn die Quelle sehr geringe Leistungen liefert, wie z. B. Antennen in der Nachrichtentechnik, da es hier auf die maximale Leistungsausbeute ankommt und Verlustwärme im Innenwiderstand keine Rolle spielt. In der Starkstromtechnik muss Leistunganpassung aber unbedingt vermieden werden, da die im Verbraucher (Motor, Lampe) umgesetzte Leistung in gleicher Höhe als Wärme im Innenwiderstand entsteht.

f) $U_L = \frac{1}{2} \cdot U_{abL}$

g) $I_{Pmax} = \frac{U_{abL}}{2 R_{Ei}}$

h)



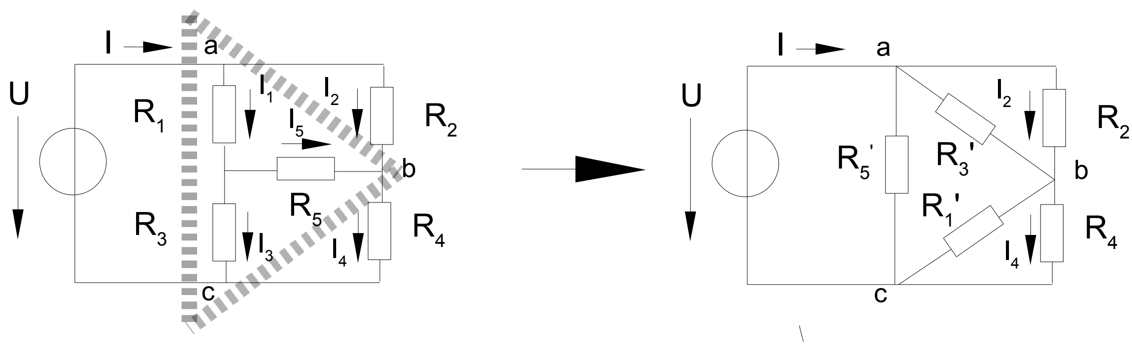
Hinweis: Wenn der an den Klemmen a, b angeschlossene Lastwiderstand R_L = 0 ist (Kurzschluss), fließt durch R_1 der Strom I_1 = I_{1k} , die Klemmenspannung U_{ab} wird 0. Ist dagegen kein Lastwiderstand vorhanden, sind also die Klemmen a, b offen (Leerlauf), so liegt an diesen die Leerlaufspannung U_{ab} = U_{abL}, es fließt kein Strom, I_1 = 0.

Nutzen dieser Darstellung: Der Schnittpunkt mit der Kennlinie eines beliebigen (auch nichtlinearen) Lastwiderstands ergibt die an a, b vorhandene Spannung und den durch R_L fließenden Strom.

Zu Aufgabe 2

Bei der dargestellten Brückenschaltung sind die Spannung U und die Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 gegeben.

a)



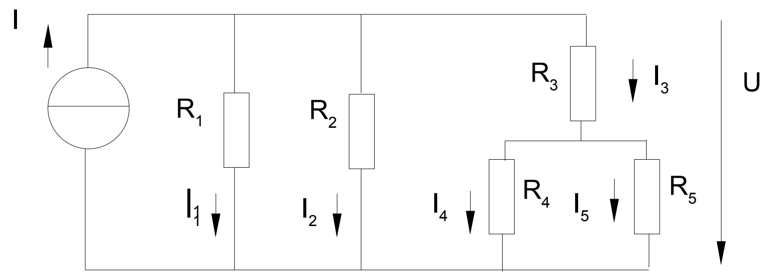
b) $R_5' = R_1 + R_3 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_5}$, $\quad R_1' = R_3 + R_5 + \frac{R_3 \cdot R_5}{R_1}$, $\quad R_3' = R_1 + R_5 + \frac{R_1 \cdot R_5}{R_3}$

c) $I = \frac{U}{R_5' || (R_2 || R_3' + R_4 || R_1')}$

Zu Aufgabe 3

Eine Stromquelle speist die dargestellte Schaltung mit dem Strom **I** = 5 A.

R_1 = 100 Ohm
R_2 = 300 Ohm
R_3 = 50 Ohm
R_4 = 50 Ohm
R_5 = 100 Ohm



Hinweis: Die Lösung vereinfacht sich wesentlich, wenn man statt der Widerstände die Leitwerte verwendet, also

$$G_1=\frac{1}{R_{1,}} \quad G_2=\frac{1}{R_{2,}} \quad G_3'=\frac{1}{R_3'} \quad \text{usw.} \quad ,$$

und die Stromteilerregel nutzt.

a) $R_3'=R_3+\frac{R_4\cdot R_5}{R_4+R_5}$

b) $I_1=\frac{G_1}{G_1+G_2+G_3'}\cdot I, \quad I_2=\frac{G_2}{G_1+G_2+G_3'}\cdot I, \quad I_3=\frac{G_3'}{G_1+G_2+G_3'}\cdot I$

c) $I_4=\frac{R_5}{R_4+R_5}\cdot I_{3,} \quad I_5=\frac{R_4}{R_4+R_5}\cdot I_3$

d) $R_2=R_{1,} \quad R_3'=R_1$. Für R_3, R_4 und R_5 sind unendlich viele Lösungskombinationen möglich, z. B. $R_3=\frac{R_1}{2}, \quad R_4=R_5=R_1$

e) $U=\frac{I}{3G_1}$

f) $P=I\cdot U=\frac{I^2}{3G_1}$

Zu Aufgabe 4

Die Querschnittsfläche hat den Wert $A=r^2\cdot\pi=\frac{7}{2\pi}\cdot\pi=3{,}5\,\text{mm}^2$.

a) $R_{20}=R_{Cu_{20}}+R_{Kt_{20}}=\rho_{Cu_{20}}\cdot\frac{1}{3{,}5}+\rho_{Kt_{20}}\cdot\frac{10}{3{,}5} \quad [\text{Ohm}]=1{,}4337[\text{Ohm}]$

b)

$$R_{120}=R_{Cu_{120}}+R_{Kt_{120}}=\rho_{Cu_{20}}\cdot(1+\alpha_{Cu}\cdot 100)\cdot\frac{1}{3{,}5}+\rho_{Kt_{20}}\cdot(1+\alpha_{Kt}\cdot 100)\cdot\frac{10}{3{,}5}[\text{Ohm}]=1{,}4352[\text{Ohm}]$$

Achtung: Die Temperaturdifferenz beträgt 100°.

c) $\frac{1{,}4352-1{,}4337}{1{,}4337}=0{,}001076=0{,}1076\,\%$, wegen des negativen Temperaturkoeffizienten des Konstantandrahtes ist die Widerstandsänderung trotz der erheblichen Temperaturdifferenz gering.

Zu Aufgabe 5

a) $A(r)=\frac{4\pi r^2}{2}=2\pi r^2$, r ist irgendein Radius zwischen r_1 und r_2 .

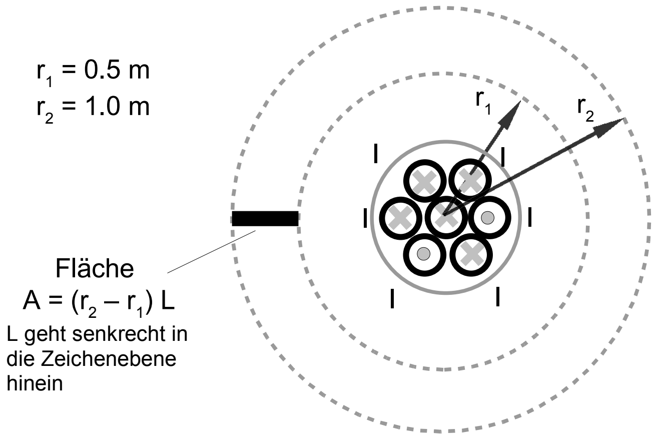
b) $S(r)=\frac{I}{A(r)}=\frac{I}{2\pi r^2}$

c) $E(r)=\frac{1}{\kappa}\cdot S(r)=\frac{1}{\kappa}\cdot\frac{I}{2\pi r^2}$

d) $U=\int_{r_i}^{r_a} E(r)\cdot dr=\frac{I}{\kappa 2\pi}\cdot\int_{r_i}^{r_a}\frac{dr}{r^2}=\frac{I}{\kappa 2\pi}\left[-\frac{1}{r}\right]_{r_i}^{r_a}=\frac{I}{\kappa 2\pi}\cdot\left(\frac{1}{r_i}-\frac{1}{r_a}\right)$

e) $I=\kappa\cdot 2\pi\cdot\frac{1}{\frac{1}{r_i}-\frac{1}{r_a}}\cdot U$

Zu Aufgabe 6



a) $\Theta=N\cdot I=5I-2I=30\,A$, Stromrichtungen beachten, Strom in die Zeichenebene positiv definiert!

b) Uhrzeigersinn, da der resultierende Strom in die Zeichenebene hinein fließt.

c) $\oint H ds=\Theta \;\rightarrow\; H(r)\cdot 2\pi r=\Theta \;\rightarrow\; H(r)=\frac{\Theta}{2\pi r}\left[\frac{A}{m}\right]$

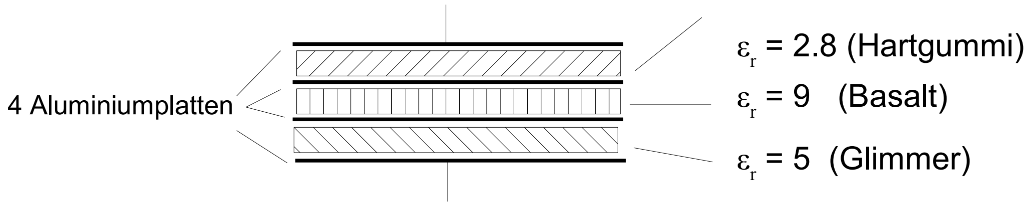
d) $H(r_1)=\frac{30}{2\pi\cdot 0.5}=9{,}55\left[\frac{A}{m}\right]$

e) $B(r_1)=\mu\cdot H(r_1)=\mu_0\cdot 1\cdot H(r_1)=4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 9{,}55=120\cdot 10^{-7}\left[\frac{Vs}{m^2}\right]$

f) $\Phi=\int_A B\cdot dA=\int_{r_1}^{r_2} B(r)\cdot L\cdot dr=\int_{r_1=0{,}5}^{r_2=1{,}0}\mu_0\cdot 1\cdot\frac{\Theta}{2\pi r}\cdot L\cdot dr=\mu_0\frac{\Theta\cdot L}{2\pi}\cdot\ln\frac{r_2}{r_1}=20{,}7\cdot 10^{-6}[Vs]$

Beachten: Der magnetische Fluss berechnet sich über eine rechteckförmige Fläche $A = (r_2 - r_1) \cdot L$ senkrecht zur Zeichenebene (Tiefe = L) sowie längs der Zeichenebene zwischen den Radien r_1 und r_2. Für einen festen Radius r zwischen diesen beiden Werten ist die Induktion in Richtung senkrecht zur Zeichenebene konstant, für verschiedene Radien aber durch die Formel c) bzw. e) gegeben (wenn man hier statt r_1 den Radius r einsetzt). Daher muss zur Berechnung des magnetischen Flusses die Integralformel verwendet werden.

Zu Aufgabe 7



a) $$C_{Bs} = \epsilon \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 8{,}854 \cdot 10^{-12} \cdot 9 \cdot \frac{0{,}0225}{2 \cdot 10^{-3}} = 0{,}8965 \cdot 10^{-9} \left[\frac{As}{V}\right] = 0{,}8965\,\mathrm{nF}$$

b) Reihenschaltung

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_{Hg}} + \frac{1}{C_{Bs}} + \frac{1}{C_{gl}} = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}} \cdot \left[\frac{1}{\epsilon_{rHg}} + \frac{1}{\epsilon_{rBs}} + \frac{1}{\epsilon_{rGl}}\right]$$

c) $$C_{ges} = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot \frac{1}{\left[\frac{1}{\epsilon_{rHg}} + \frac{1}{\epsilon_{rBs}} + \frac{1}{\epsilon_{rGl}}\right]} = 8{,}854 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{0{,}0225}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{0{,}6682} = 0{,}149\,\mathrm{nF}$$