[redacted]

1) ca. --- 13 Punkte ---

Ein Kondensator mit $C$ = 80 µF wird an einer Spannungsquelle mit $U_0$ = 650 V aufgeladen. Nach einer Zeit von $\Delta t_1$ = 2,9957 Sekunden besitzt der Kondensator eine Spannung $U_{\Delta t1}$= 500 V.

a)

Wie groß ist der entsprechende elektrische Widerstand $R$ der Kondensator-Schaltung ?

b)

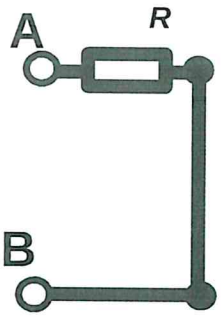
Der Kondensator wird bei einer Spannung von $U_1$=500 V abgeklemmt und stehen gelassen. Nach welcher Zeit $t_2$ besitzt der Kondensator eine Restspannung von $U_{Rest}$=450 V, sofern der Leckwiderstand $R_L$ des Kondensators dem hundertfachen des in Aufgabenteil a) berechneten elektrischen Widerstandes $R$ entspricht ?

2) ca. --- 8 Punkte ---

Geben Sie den komplexen Widerstand $Z$ unten angeführter Schaltungen bezüglich der Klemmen A und B an und tragen Sie für die angegebenen Keisfrequenzen $\omega$ den sich jeweils ergebenden komplexen Widerstand in eine Tabelle und die Ortskurve das beiliegende Blatt (siehe Blatt „Ortskurven") ein.

a)

Der elektrische Widerstand $R$ betrage $R = 100\ \Omega$.

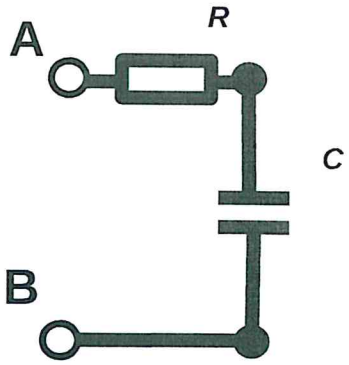



Für die Kreisfrequenzen $\omega$:

$\omega = 10\ s^{-1}, 10^2\ s^{-1}, 10^3\ s^{-1}$ und $10^4\ s^{-1}$

b)

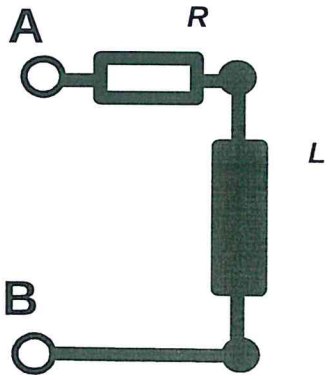
Der elektrische Widerstand $R$ betrage $R = 200\ \Omega$.
Die Kapazität $C$ betrage $C = 10\ \mu F$.




Für die Kreisfrequenzen $\omega$:
$\omega = 10^3\ s^{-1}, 3 \cdot 10^3\ s^{-1}, 6 \cdot 10^3\ s^{-1}$ und $10^4\ s^{-1}$

c)

Der elektrische Widerstand $R$ betrage $R = 300\ \Omega$.
Die Induktivität $L$ betrage $L = 10\ mH$.

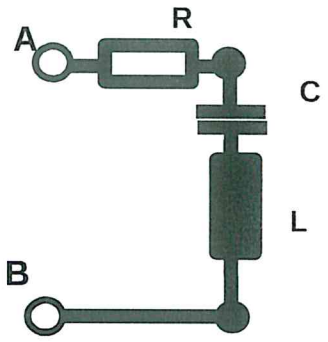



Für die Kreisfrequenzen $\omega$:
$\omega = 10^3\ s^{-1}, 3 \cdot 10^3\ s^{-1}, 6 \cdot 10^3\ s^{-1}$ und $10^4\ s^{-1}$

3) ca. --- 8 Punkte ---

Geben Sie den komplexen Widerstand $Z$ unten angeführter Schaltung an und tragen Sie für die angegebenen Keisfrequenzen $\omega$ den sich jeweils ergebenden komplexen Widerstand in eine Tabelle und die Ortskurve das beiliegende Blatt (siehe Blatt „Ortskurven“) ein.

Der elektrische Widerstand $R$ betrage $R = 400\ \Omega$.
Die Kapazität $C$ betrage $C = 10\ \mu F$.
Die Induktivität $L$ betrage $L = 10\ mH$.




Für die Kreisfrequenzen $\omega$:
$\omega = 10^3\ s^{-1}, 3 \cdot 10^3\ s^{-1}, 6 \cdot 10^3\ s^{-1}$ und $10^4\ s^{-1}$

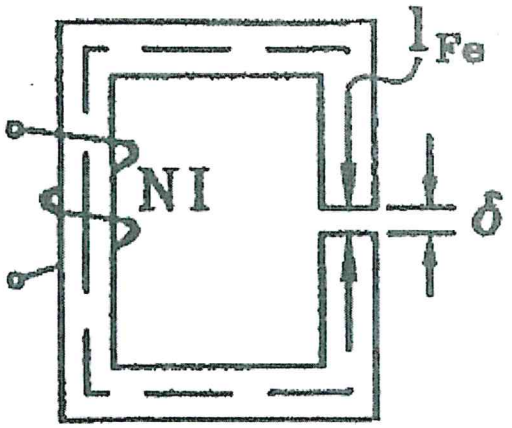
4) ca. --- 12 Punkte ---
Der Magnetische Kreis unten stehender schematischer Zeichnung habe folgende Kenngrößen:

Mittlere Eisenweglänge $l_{Fe}$ = 0.75 m
Permeabilität des Eisens $\mu_r$ = 2500
Permeabilität der Luft $\mu_L$ = 1
(konstanter) Querschnitt des Eisenkerns $A = 2 \cdot 10^{-4}$ m²
Länge des Luftspalts $\delta = 5 \cdot 10^{-4}$ m
Windungen der Spule $N$ =400
Strom durch die Spule $I$ = 4 A

Permeabilität des Vakuums $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{VsA^{-1}m^{-1}}$

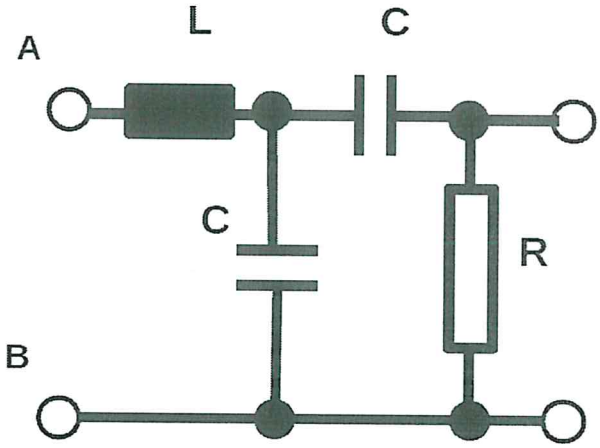
a) Skizzieren Sie das Ersatzschaltbild des sich ergebenden magnetischen Kreises und berechnen Sie den magnetischen Gesamtwiderstand $R_m$

b)
Berechnen Sie die magnetische Flussdichte $\underline{B}$ im Kern.

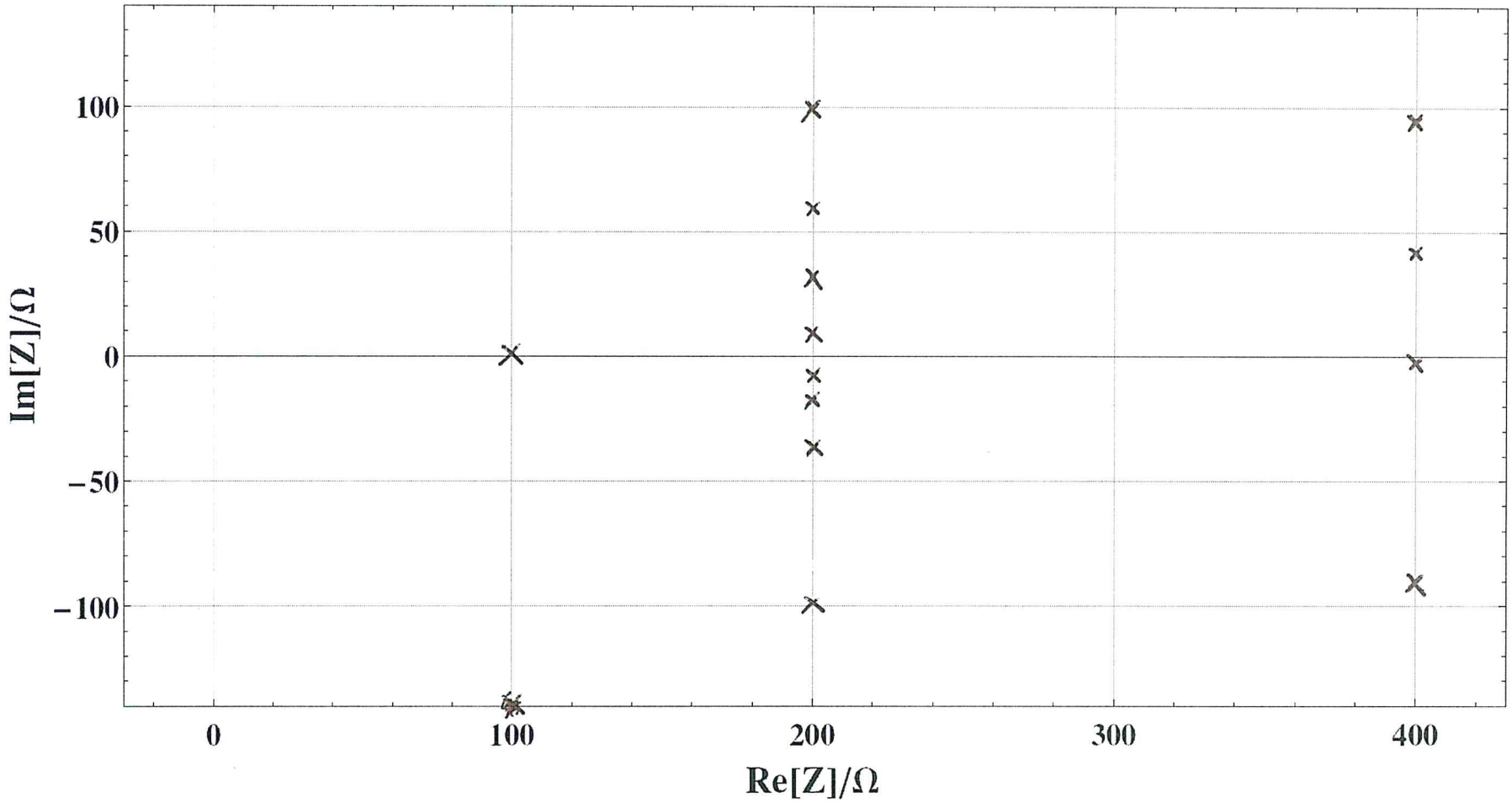


5) ca. --- 7 Punkte ---

Bestimmen Sie den Komplexen Widerstand bezüglich der Klemmen A und B nachstehender Schaltung:



# Ortskurven



[redacted]

ES2

1) gegeben: $C = 80\mu F$

$U_0 = 650V$

$t_1 = 2{,}9957s$

$U_{C_1} = 500V$

gesucht: $R$

Formel zum aufladen des Kondensators

$$U_C = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$\frac{U_C}{U_0} = 1 - e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$-\frac{U_C}{U_0} + 1 = e^{-\frac{t}{RC}} \quad \Big| \ln$$

$$\ln\left(-\frac{U_C}{U_0} + 1\right) = -\frac{t}{RC}$$

$$\frac{1}{\ln\left(-\frac{U_C}{U_0} + 1\right)} = -\frac{RC}{t} \quad \Big| \cdot -t$$

$$\frac{-t}{\ln\left(-\frac{U_C}{U_0} + 1\right)} = R \cdot C$$

$$\frac{-t}{\ln\left(-\frac{U_C}{U_0} + 1\right) \cdot C} = R$$

[redacted]

$$R = -\frac{t}{\ln\left(-\frac{U_C}{U_0}+1\right)\cdot C}$$

$$R = \frac{2{,}9957\,s}{\ln\left(-\frac{500V}{650V}+1\right)\cdot 80\mu F}$$

$$R = 25537{,}273\,\Omega$$

$$\underline{\underline{R = 25{,}537\,k\Omega}}$$

b) gegeben: $R_C = 100 \cdot R_1$

$U_{Rest} = 950\,V$

$U_1 = 500\,V$

gesucht: $t$

Formel für das entladen eines Kondensators

$U_C = U_{Rest}$

$$U_C = U_1 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\frac{U_C}{U_1} = e^{-\frac{t}{RC}} \quad \Big| \ln$$

$$\ln\left(\frac{U_C}{U_1}\right) = -\frac{t}{RC} \quad \Big| \cdot -RC$$

$$-\ln\left(\frac{U_C}{U_1}\right)\cdot R\cdot C = t$$

$$t = -\ln\left(\frac{950V}{500V}\right)\cdot 100\cdot R_1 \cdot 80\mu F$$

$R_1 = 25537{,}273\,\Omega$

$$\underline{t = 21{,}525\,s}$$

[redacted]

2.)

a) gegeben: $R = 100\,\Omega$

gesucht: $Z_R$

$$Z_R = R$$

| $Z_R$ in $\Omega$ | $\omega$ in $\frac{1}{s}$ |
|---|---|
| 100 | 10 |
| 100 | 100 |
| 100 | 1000 |
| 100 | 10000 |

$\left.\right\}$ 4 = 1/2 = 2

b) gegeben: $R = 200\,\Omega$

$C = 10\,\mu F$

gesucht: $Z_{RC}$

$$Z_{RC} = Z_R + Z_C$$

$$Z_R = R$$

$$Z_C = -\frac{j}{\omega C}$$

$$Z_{RC} = R - \frac{j}{\omega C}$$

[redacted]

| $Z_{RC}$ in $\Omega$ | $\omega$ in $\frac{1}{s}$ | $Z_{RC}$ in $\Omega$ |
|---|---|---|
| $200-100i$ | 1000 | $200-100i$ |
| $200-\frac{100}{3}i$ | 3000 | $200-33{,}333i$ |
| $200-\frac{50}{3}i$ | 6000 | $200-16{,}667i$ |
| $200-10i$ | 10000 | $200-10i$ |

4 · 1/2 = 2

c) gegeben: $R = 300\,\Omega$

$L = 10\,mH$

gesucht: $Z_{RL}$

$$Z_{RL} = Z_R + Z_L$$

$$Z_R = R$$

$$Z_L = j\omega L$$

$$Z_{RL} = R + j\omega L$$

$R \hat{=} 300\,\Omega$

| $Z_{RL}$ in $\Omega$ | $\omega$ in $\frac{1}{s}$ |
|---|---|
| $200+10i$ | 1000 |
| $200+30i$ | 3000 |
| $200+60i$ | 6000 |
| $200+100i$ | 10000 |

+2 zusätzlich

6/5

[redacted]

3) gegeben: $R = 400\,\Omega$

$C = 10\,\mu F$

$L = 10\,mH$

gesucht: $Z_{RCL}$

$$Z_{RCL} = Z_R + Z_C + Z_L$$

$$Z_R = R$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_L = j\omega L$$

$$Z_{RCL} = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_{RCL} = R + \frac{j\omega^2 LC - j}{\omega C}$$

$$Z_{RCL} = R + j \cdot \left( \frac{\omega^2 LC - 1}{\omega C} \right)$$

| $Z_{RCL}$ in $\Omega$ | $\omega$ in $\frac{1}{s}$ | $Z_{RCL}$ in $\Omega$ | |
|---|---|---|---|
| $400 - 90i$ | 1000 | $400 - 90i$ | 1 |
| $400 - \frac{10}{3}i$ | 3000 | $400 - 3{,}333i$ | 1 |
| $400 + \frac{130}{3}i$ | 6000 | $400 + 43{,}333i$ | 1 |
| $400 + 90i$ | 10000 | $400 + 90i$ | 1 |

+1 Zeichnung

5

[redacted]

4.

gegeben: $l_{Fe} = 0{,}75\,m$

$\mu_{Fe} = 2500$

$\mu_L = 1$

$A = 2 \cdot 10^{-4}\,m^2$

$\delta = 5 \cdot 10^{-4}\,m$

$N = 400$

$I = 4\,A$

a) gesucht: $R_m$

Zeichnen ESB

$$\oint H\,ds = \Theta = H_{Fe} \cdot l_{Fe} + H_L \cdot l_L \quad \Big| \; H = \frac{B}{\mu_0 \cdot \mu_r}$$

$$\Theta = \frac{B}{\mu_0 \cdot \mu_{Fe}} \cdot l_{Fe} + \frac{B}{\mu_0 \cdot 1} \cdot l_{Fe,L} \quad \Big| \; B = \frac{\Phi}{A} \text{ ; B sind konstant}$$

$$\Theta = \Phi \cdot \frac{l_{Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_{Fe} \cdot A} + \Phi \frac{l_L}{\mu_0 \cdot A}$$

$$\Theta = \Phi \cdot \left( \frac{l_{Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_{Fe} \cdot A} + \frac{l_L}{\mu_0 \cdot A} \right) \quad \Big| \; \Theta = \Phi \cdot R_m$$

$$R_{mg} = \frac{l_{Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_{Fe} \cdot A} + \frac{l_L}{\mu_0 \cdot A}$$

$$R_{mg} = R_{mFe} + R_{mL}$$

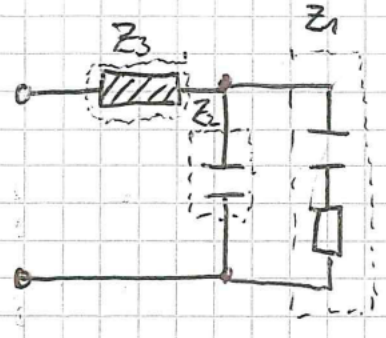
$$R_{mg} = \frac{0{,}75\,m}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \cdot 2500 \cdot 2 \cdot 10^{-4}\,m^2} + \frac{5 \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \cdot 2 \cdot 10^{-4}\,m^2}$$

$$R_{mg} = 3183099{,}017\,\Omega = \underline{\underline{3{,}183\,M\Omega}}$$

5) gesucht: $Z$

[redacted]

ESB




$$Z_1 = R + \frac{1}{j\omega C} = R - \frac{j}{\omega C} = \frac{R\omega C - j}{\omega C}$$

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_3 = j\omega L$$

$$Z_{1\|2} = \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}\right)^{-1}$$

$$Z_{1\|2} = \left(\frac{1}{\frac{R\omega C - j}{\omega C}} + \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}}\right)^{-1}$$

$$Z_{1\|2} = \left(\frac{\omega C}{R\omega C - j} + j\omega C\right)^{-1}$$

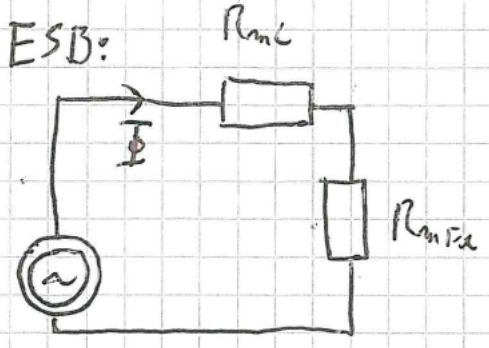
$$Z_{1\|2} = \left(\frac{\omega C}{R\omega C - j} \cdot \frac{R\omega C + j}{R\omega C + j} + j\omega C\right)^{-1}$$

$$Z_{1\|2} = \left(\frac{R\omega^2 C^2 + j\omega C}{R^2\omega^2 C^2 + 1} + j\omega C\right)^{-1}$$

$$Z_{1\|2} = \left(\frac{R\omega^2 C^2 + j\omega C + (R^2\omega^2 C^2 + 1) \cdot j\omega C}{R^2\omega^2 C^2 + 1}\right)^{-1}$$

[redacted]

ESB:




b) gesucht: $B_{Fe}$

$$B_{Fe} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

← Der Weg ist nicht geschlossen!

$$B_{Fe} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2500 \cdot \frac{400 \cdot 4A}{0{,}75m}$$

$$B_{Fe} = \underline{\underline{6{,}702\,T}}$$

9/12

[redacted]

b) $$Z_{1\|2} = \frac{\frac{R\omega C - j}{\omega C} \cdot \frac{1}{j\omega C}}{\frac{R\omega C - j}{\omega C} + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{\frac{R\omega C - j}{j\omega^2 C^2}}{\frac{R\omega C - j}{\omega C} - \frac{j}{\omega C}}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{\frac{R\omega C - j}{j\omega^2 C^2}}{\frac{R\omega C - 2j}{\omega C}}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{R\omega C - j}{j\omega^2 C^2} \cdot \frac{\omega C}{R\omega C - 2j}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{R\omega^2 C^2 - j\omega C}{j \cdot R\omega^3 C^3 + \omega^2 C^2} \cdot \frac{\omega^2 C^2 - j \cdot R \cdot \omega^3 C^3}{\omega^2 C^2 - j \cdot R \cdot \omega^3 C^3}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{(R\omega^2 C^2 - j\omega C) \cdot (\omega^2 C^2 - j \cdot R\omega^3 C^3)}{(R\omega^3 C^3)^2 + (\omega^2 C^2)^2}$$

$$Z_{1\|2} = \frac{R\omega^4 C^4 - R\omega^4 C^4 - j\omega^3 C^3 - jR^2\omega^5 C^5}{R^2\omega^6 C^6 + \omega^4 C^4}$$

[redacted]

$$\boxed{Z_{1\|2+3}} = \frac{j\omega L\cdot(R^2\omega^6C^6+\omega^4C^4) + R\omega^4C^4 - R\omega^4C^4 - j\omega^3C^3 - j\cdot R^2\omega^5C^5}{R^2\omega^6C^6+\omega^4C^4}$$ [redacted]

$$Z_{1\|2+3} = \frac{j\cdot R^2\omega^7C^6L + j\cdot\omega^5C^4L + R\omega^4C^4 - R\omega^4C^4 - j\omega^3C^3 - j\,R^2\omega^5C^2}{R^2\omega^6C^6+\omega^4C^4}$$

$$Z_3 = \frac{R^2\omega^7C^6L+\omega^5C^4L-\omega^3C^3-R^2\omega^5C^2}{j\cdot\ R^2\omega^6C^6+\omega^4C^4}$$

$$Z_3 = j\cdot\frac{\omega^3C^2\cdot(R^2\omega^4C^4+\omega^2C^2L-\omega^1C-R^2\omega^3)}{\omega^2C^2\cdot(R^2\omega^4C^4+\omega^2C^2)}$$

$$Z_3 = j\cdot\frac{\omega\cdot(R^2\omega^4\cdot C^4+\omega^2C^2L-C-R^2\omega^2)}{R^2\omega^4C^4+\omega^2C^2}$$

+ 1 Wie erkennt werde:

$$Z_{ges} = Z_3 + Z_2 \| Z_1$$

5/7