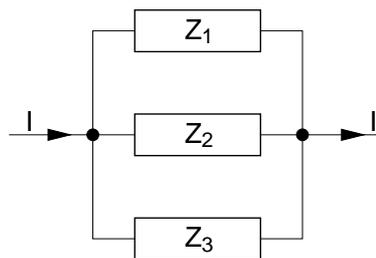




#### 1. Aufgabe: Eigenschwingung

(2 Pkt. je Teilaufgabe)

Gegeben ist folgendes Netzwerk:



- (a) Berechnen Sie den aus drei parallel geschalteten Wechselstrom-Widerständen  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  resultierenden Wechselstrom-Widerstand  $Z$ .
- (b) Wir betrachten nun das abgekoppelte Netzwerk, d.h., wir trennen die Zuleitungen ab. Daher ist  $I = 0$ . Eine *Eigenschwingung* ist eine Stromverteilung im Netzwerk, bei der die Ströme  $I_i$  in den drei Abschnitten nicht einzeln Null sind, insbesondere ist die Spannung  $U = Z_i I_i$  zwischen den abgetrennten Zuleitungen nicht Null. Weil aber  $I = U/Z$  gilt, und  $Z$  von der Frequenz abhängt, ist die Gleichung  $1/Z(\omega) = 0$  eine Bedingung an die Eigenfrequenz  $\omega$  dieser Schwingung. Bestimmen Sie  $\omega$  für  $Z_1 = R_1 + i(\omega L_1 - 1/\omega C_1)$  und  $Z_2 = Z_3 = R_2 + i(\omega L_2 - 1/\omega C_2)$  zunächst für den Fall  $R_1 = R_2 = 0$  (und  $L_1 C_1 \neq L_2 C_2$ ).
- (c) Zeigen Sie, dass bei positiven Ohmschen Widerständen in (b) die Eigenfrequenz einen positiven Imaginärteil hat. Was bedeutet der Imaginärteil physikalisch, und warum ist es wichtig, dass er nicht negativ ist?

#### 2. Aufgabe: Wechselstrom-Leistung

(3 Pkt. je Teilaufgabe)

Die mittlere elektrische Verlustleistung eines Wechselstromes (von der Spannungsquelle aufzubringen) ist  $P = \langle U(t)I(t) \rangle$ , wobei  $\langle \dots \rangle$  den Mittelwert über eine Periode bezeichnet.

- (a) Berechnen Sie  $P$  für  $U(t) = U_0 \cos \omega t$  und  $I(t) = I_0 \cos(\omega t - \varphi)$ .
- (b) Falls  $P$  negativ wäre, würde dies bedeuten, dass der Stromkreis Energie produziert. Welche Eigenschaft des Wechselstrom-Widerstandes  $Z$  stellt sicher, dass dies nicht passieren kann?

#### 3. Aufgabe: Induktionsbremse

(4 Pkt.)

Ein rechteckiger Holzklotz kann reibungsfrei auf einer Schiene in  $x$ -Richtung gleiten. Er habe die Masse  $m$ , die Länge  $\Delta x = l$  und die Breite  $\Delta y = b$ . In der Ebene  $z = 0$  ist eine horizontale Drahtschleife mit Widerstand  $R$  straff um den Klotz gelegt. Im Bereich  $0 < x < 2l$  wirkt ein homogenes Magnetfeld mit Flußdichte  $B\vec{e}_z$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist der Klotz vollständig außerhalb des Feldes. Wie groß muß die Anfangsgeschwindigkeit des Klotzes mindestens sein, damit er das Feld vollständig durchqueren kann?

*Hinweis:* Stellen Sie eine Differentialgleichung für die Geschwindigkeit als Funktion des Ortes auf.

#### 4. Aufgabe: Magnetische Anomalie

(4 Pkt.)

Basalt habe die magnetische Suszeptibilität  $\chi_{mag} = 10^{-4}$ . Welche magnetische Anomalie (Stärke des zusätzlichen Dipolfeldes) erzeugt ein Basaltwürfel von 5km Kantenlänge, dessen Oberfläche 5km unter der Erdoberfläche ist? Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass der Würfel unter dem Nordpol liegt und die Anomalie auch am Pol gemessen wird.