

Bild 1: Eine Periode eines periodischen Stromverlaufs

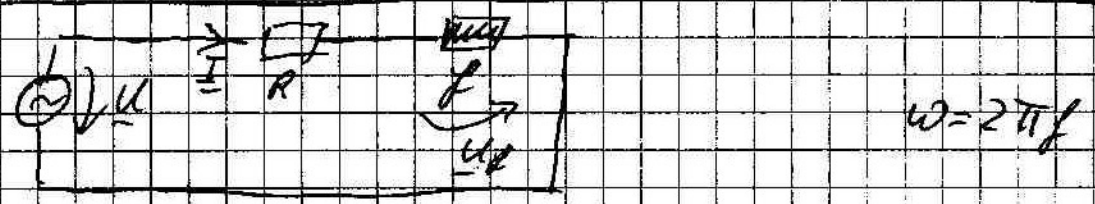
14. Juli 07 GSWS

1.1)  $\bar{i} = \frac{1}{T} \int i dt = \frac{1}{12 \text{ ms}} \left( \frac{8 \cdot 3}{2} + 8 \cdot 2 + \frac{8 \cdot 3}{2} + \frac{-4 \cdot 1}{2} + \frac{-4 \cdot 2}{2} + \frac{-4 \cdot 1}{2} \right) \text{ A} \cdot \text{ms}$   
 $= \frac{28 \text{ A} \cdot \text{ms}}{12 \text{ ms}} = 2,333 \text{ A}$  5

1.2)  $i^2$  siehe Bild

$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{12 \text{ ms}} \left( \frac{64 \cdot 3}{3} + 64 \cdot 2 + \frac{64 \cdot 3}{3} + \frac{16 \cdot 1}{3} + \frac{16 \cdot 2}{3} + \frac{16 \cdot 1}{3} \right) \cdot \sqrt{\text{A}^2 \cdot \text{ms}}}$   
 $I = \sqrt{\frac{1}{12 \text{ ms}} 298,7 \text{ A}^2 \cdot \text{ms}} = 4,99 \text{ A}$  10

1.3  $T = 12 \text{ ms}$   $f = \frac{1}{T} = 83,3 \text{ kHz}$  1, 1



2a)  $Z = R + j\omega L$  1

2b)  $I = \frac{U}{R + j\omega L}$  1

2c)  $U_L = j\omega L I = \frac{U j\omega L}{R + j\omega L} = \frac{U}{1 + \frac{R}{j\omega L}} = \frac{U}{1 - j \frac{R}{\omega L}}$  1

2d)  $G = \frac{U_L}{U} = \frac{1}{1 - j \frac{R}{\omega L}}$  1

2e)  $|G| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}}}$  1

2f)  $G_{dB} = 20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}}}$  1

$$3.1) \quad L = \frac{N^2}{R_m} \Rightarrow R_m = \frac{N^2}{L} = \frac{10^6}{100 \cdot 10^{-3} \text{ H}} = 10^7 \frac{1}{\text{H}} \quad 2$$

$$3.2) \quad W_{\text{magn}} = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} 100 \text{ m} \frac{\text{Vs}}{\text{A}} 100^2 \text{ A}^2 = 500 \text{ VA s} \quad 2$$

$$= 500 \text{ J}$$

$$3.3) \quad U_L = L \frac{di}{dt} \quad (\text{für } L = \text{konst}) \quad 2$$

$$3.4) \quad i = \text{konstant} \quad \frac{di}{dt} = 0 \quad U_L = 0 \quad 2$$

$$3.5) \quad \bar{i} = \frac{1}{L} \int U dt = \frac{1}{L} U \cdot \Delta t + \bar{i}_0 \quad \text{für } U = \text{konst}$$

$$\bar{i}_{\text{end}} = \frac{1}{100 \text{ m} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}} 100 \text{ V} \cdot 0,01 \text{ s} + 100 \text{ A}$$

$$\bar{i}_{\text{end}} = 110 \text{ A}$$

Der Strom steigt linear 5  
von 100 A auf 110 A

$$4) \quad 4.1) \quad \underline{\hat{u}} = 20 \text{ V} \quad \underline{\hat{i}} = 15 \text{ A} \quad 1, 1$$

$$4.2) \quad U = \frac{20 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 11,55 \text{ V} \quad I = \frac{15 \text{ A}}{\sqrt{3}} = 8,66 \text{ A}$$

$$\underline{u} = 11,55 \text{ V} e^{-j60^\circ} \quad \underline{i} = 8,66 \text{ A} e^{-j30^\circ} \quad 3, 3$$

$$4.3) \quad \underline{Z} = \frac{11,55 \text{ V} e^{-j60^\circ}}{8,66 \text{ A} e^{-j30^\circ}} = 1,33 \Omega e^{-j30^\circ} \quad 2$$

$$\underline{S} = \underline{u} \cdot \underline{i}^* = 11,55 \text{ V} e^{-j60^\circ} \cdot 8,66 \text{ A} e^{+j30^\circ}$$

$$\underline{S} = 100 \text{ VA} e^{-j30^\circ} \quad 2$$

$$4.4) \quad \varphi = \varphi_u - \varphi_i = -60^\circ - (-30^\circ) = -30^\circ \quad 1$$

$$\cos \varphi = 0,866 \quad 1$$

14 Juli 6SWS

5)

$$R_{AB} = R_A + R_B = 20 \Omega$$

$$R_{ABEG} = \left( \frac{1}{20 \Omega} + \frac{1}{60 \Omega} + \frac{1}{60 \Omega} \right)^{-1} = 12 \Omega$$

$$R_{DF} = \frac{15 \cdot 30}{45} \Omega = 10 \Omega$$

$$R_{CDF} = 10 \Omega + 50 \Omega = 60 \Omega$$

$$R_{CDFH} = \frac{60 \cdot 90}{150} \Omega = 36 \Omega$$

$$R_{ges} = R_{ABEG} + R_{CDFH} = (12 + 36) \Omega = 48 \Omega$$

$$I_Q = \frac{240V}{48 \Omega} = 5A$$

$$U_{ABEG} = I_Q R_{ABEG} = 5A \cdot 12V = 60V$$

$$I_A = \frac{U_{ABEG}}{20 \Omega} = 3A$$

$$U_A = I_A R_A = 15V$$

$$U_B = I_A R_B = 45V$$

$$I_C = I_Q \frac{R_H}{R_H + R_{CDF}} = 5A \frac{90}{90 + 60} = 3A$$

$$U_C = I_C R_C = 3A \cdot 50V = 150V$$

$$I_F = I_C \frac{R_D}{R_D + R_F} = 3A \frac{15}{15 + 45} = 1A$$

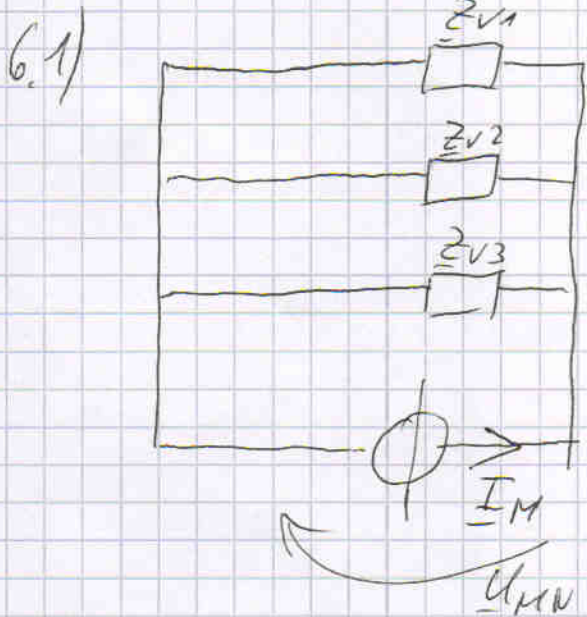
$$U_F = 1A \cdot 30 \Omega = 30V$$

$$U_Q = U_A + U_B + U_C + U_F$$

$$240V = 15V + 45V + 150V + 30V$$

OK

6) Lösung durch Überlagerung des entgegen-  
gesetzten Stromes  $\underline{I}_M$  im Neutralleiter N.



Dazu benötigt die  
Stromquelle  $\underline{I}_M$  die  
Spannung  $\underline{U}_{MN}$

$$\underline{U}_{MN} = \underline{I}_M (Z_{V1} \parallel Z_{V2} \parallel Z_{V3})$$

$$= \underline{I}_M \left( \frac{1 \Omega}{\frac{1}{10} + \frac{1}{j10} + \frac{1}{-j20}} \right) = \underline{I}_M \frac{1 \Omega}{0,1 - j0,1 + j0,05}$$

$$= \underline{I}_M \frac{1 \Omega}{0,1 - j0,05} = \underline{I}_M \frac{1 \Omega}{0,1118 e^{-j26,57^\circ}} = \frac{10 \cdot 8,97 A e^{j140,11^\circ}}{0,1118 e^{-j26,57^\circ}}$$

$$\underline{U}_{MN} = 80,23 V e^{j166,67^\circ} = -78,07 V + j18,50 V = \underline{U}_{MN} \quad 7$$

6.2 + 6.3)

$$\underline{U}_{L10} = \underline{U}_{L1} - \underline{U}_{MN} = 230 V - (-78,07 + j18,50) V =$$

$$= (308,07 V - j18,5) V = 308,6 V e^{-j3,43^\circ} \quad 3$$

$$\underline{I}_{L10} = \frac{\underline{U}_{L10}}{Z_1} = 30,86 A e^{-j3,43^\circ} \quad 2$$

$$\underline{U}_{L20} = 230 V e^{-j120^\circ} - \underline{U}_{MN} = (-115 - j199,2) V - (-78,07 + j18,5) V$$

$$= (-36,39 - j217,7) V = 220,7 V e^{-j99,49^\circ} \quad 3$$

$$\underline{I}_{L20} = \frac{220,7 V e^{-j99,49^\circ}}{10 \Omega e^{j50^\circ}} = 22,07 A e^{-j149,49^\circ} \quad 2$$

$$\underline{U}_{L30} = 230 V e^{j120^\circ} - \underline{U}_{MN} = (-115 + j199,2) V - (-78,07 + j18,5) V$$

$$= (-36,39 + j180,7) V = 184,3 V e^{j101,38^\circ} \quad 3$$

$$\underline{I}_{L30} = \frac{184,3 V e^{j101,38^\circ}}{20 \Omega e^{-j90^\circ}} = 9,21 A e^{j191,38^\circ} \quad 2$$

## 7. Aufgabe (Fragen)

(14 Punkte)

Ein Kupferleiter von 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt ist 100 m lang. Wie groß ist sein ohmscher Widerstand?

(2 Punkt)

$$R = \frac{\ell}{\sigma A} = \frac{100 \text{ m}}{\frac{56 \text{ m}}{2 \text{ mm}^2} \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = 1,19 \Omega$$

Die Platten eines Kondensators sind mit  $1 \cdot 10^{-3}$  As geladen. Die Plattenfläche beträgt  $1 \text{ m}^2$ . Wie groß ist die elektrische Verschiebungsflussdicht im Dielektrikum?

(4 Punkte)

$$\psi = Q = 1 \cdot 10^{-3} \text{ As}$$
$$D = \frac{\psi}{A} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ As}}{1 \text{ m}^2}$$

In einem magnetischen Feld bewegt sich eine Ladung. Welche Kraft wird auf diese Ladung ausgeübt? (Bemerkung: Kräfte sind Vektoren)

(2 Punkte)

$$\vec{F}_L = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

Welche physikalische Größe verknüpft die elektrische Feldstärke mit der Stromdichte bei elektrisch leitenden Materialien? (Gleichung angeben.)

(2 Punkte)

$$\vec{S} = \sigma \vec{E}$$

$\sigma = \text{Konduktivität}$   
 $= \text{el. Leitfähigkeit}$

Wie viel potentielle Energie wird frei, wenn  $1000 \text{ m}^3$  Wasser eine Höhendifferenz von 300m hinab fließen?

(2 Punkte)

$$W = \underline{m} g \cdot h = 1000 \text{ t} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 300 \text{ m}$$
$$= 2,943 \cdot 10^9 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} = 2,943 \cdot 10^9 \text{ J} = (877,5 \text{ kWh})$$

Gegeben sind zwei Punkte P1 und P2 im Raum und deren Potentiale  $\varphi(p1)=900\text{V}$  und  $\varphi(p2)=1000\text{V}$ . Wie groß ist die Spannung  $U_{P1,P2}$  zwischen den Punkten?

(2 Punkt)

$$U_{P1,P2} = \varphi_1 - \varphi_2 = 900\text{V} - 1000\text{V} = -100\text{V}$$