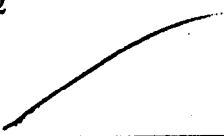
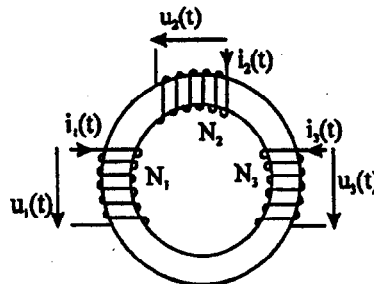


1	2	3	4	Summe
1,5		2,0	5,0	8,5

### 1. Aufgabe

(2 Punkte)

Der folgende Ringkerntransformator wird als idealer Transformator betrachtet. Er besitzt drei Wicklungen mit den unterschiedlichen Windungszahlen  $N_1$ ,  $N_2$  und  $N_3$ , die im folgenden unterschiedlich beschaltet werden.



**Hinweis:** Beachten Sie Wicklungsrichtung und Zählpfeile an den einzelnen Wicklungen!

- a) Wicklung 1 wird an eine ideale Spannungsquelle angeschlossen:  $u_1(t) = \hat{u}_1 \sin(\omega t)$ . Wicklung 2 und 3 bleiben unbeschaltet. Geben Sie  $u_2(t)$  und  $u_3(t)$  als Funktion von  $u_1(t)$  und der Windungszahlen an.


(0,5 Punkte)

- b) Wicklung 1 wird an eine ideale Stromquelle angeschlossen:  $i_1(t) = \hat{i}_1 \sin(\omega t)$ . Wicklung 2 bleibt unbeschaltet, Wicklung 3 wird kurzgeschlossen. Geben Sie  $i_3(t)$  als Funktion von  $i_1(t)$  und der Windungszahlen an.

(0,5 Punkte)

- c) Wicklung 1 und Wicklung 2 werden an eine ideale Stromquelle angeschlossen:  $i_1(t) = \hat{i}_1 \sin(\omega t)$ ,  $i_2(t) = \hat{i}_2 \sin(\omega t)$ . Wicklung 3 wird kurzgeschlossen. Geben Sie  $i_3(t)$  als Funktion von  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  und der Windungszahlen an.

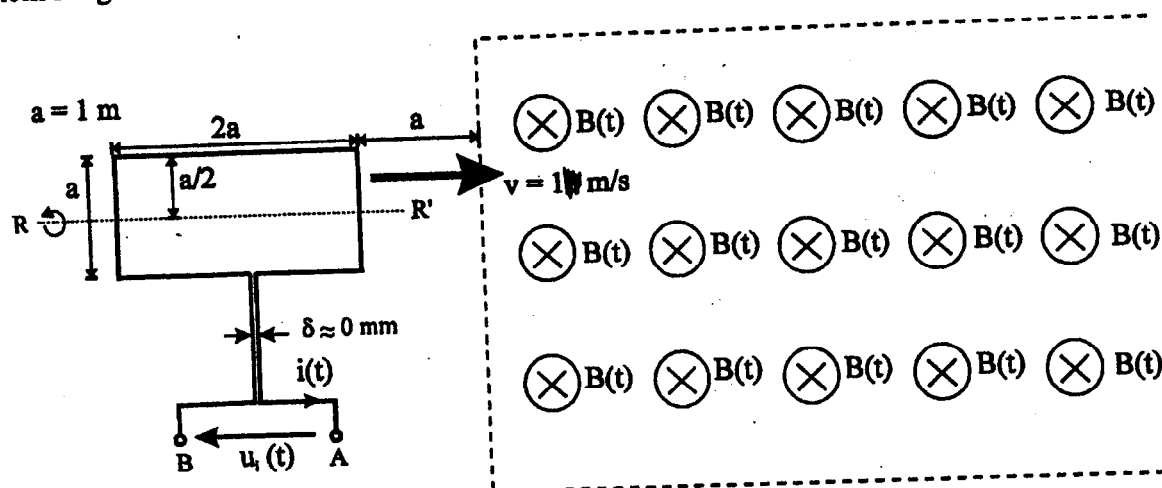
(1 Punkt)

	Grundlagen der Elektrotechnik 1B 3. Klausur SS 97 16.06.97	Blatt Nr. 1
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------

## 2. Aufgabe

(6 Punkte)

Eine Leiterschleife befindet sich zum Zeitpunkt  $t = 0$  in der abgebildeten Position. Sie bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v = 1 \text{ m/s}$  auf einen Raum zu, in dem sie senkrecht von einem Magnetfeld der Induktion  $B(t)$  durchsetzt wird.



- a) Berechnen Sie die induzierte Spannung  $u_i(t)$  vom Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  bis zum Zeitpunkt  $t = 4 \text{ s}$ . Die magnetische Induktion beträgt zu diesem Zeitpunkt  $B(t) = \text{const.} = 0,5 \text{ T}$ . (1,5 Punkte)
- b) Nachdem die Leiterschleife vollständig in das Magnetfeld eingetreten ist, führt sie eine  $360^\circ$ -Drehung um die Achse  $R-R'$  durch. Die Drehrichtung ist oben eingezeichnet, die Rotationsgeschwindigkeit beträgt  $\omega = 10 \pi \text{ s}^{-1}$ , die magnetische Induktion bleibt konstant  $0,5 \text{ T}$ . Berechnen Sie die induzierte Spannung  $u_i(t)$ . (1,5 Punkte)
- c) Nachdem die Leiterschleife sich einmal vollständig um die Achse  $R-R'$  gedreht hat, bleibt sie waagrecht liegen und wird wieder senkrecht vom magnetischen Feld durchsetzt. Nun verändert sich  $B(t)$ . Die magnetische Induktion lässt sich durch die Gleichung  $B(t) = B_0 + B_s \sin(\omega t)$  beschreiben. Berechnen Sie die induzierte Spannung  $u_i(t)$  für  $B_0 = 0,5 \text{ T}$ ,  $B_s = 0,3 \text{ T}$  und  $\omega = 100 \pi \text{ s}^{-1}$ . (1,5 Punkte)
- d) An die Klemmen A-B der Leiterschleife wird eine Induktivität  $L = 10 \text{ mH}$  angeschlossen. Die magnetische Induktion nimmt anschließend innerhalb einer Sekunde linear von  $B = 0,5 \text{ T}$  auf  $B = 0 \text{ T}$  ab. Wie groß ist danach der Strom  $i(t)$  in der Induktivität. (1,5 Punkte)

### 3. Aufgabe

(6 Punkte)

Der Leerlauf-/Kurzschlußversuch am realen Transformator liefert folgende Meßwerte:

Leerlauf:  $U_{1L} = 230 \text{ V}$ ;  $I_{1L} = 0$ ;  $\frac{U_{1L}}{U_{2L}} = \bar{u} = 10$

50Hz

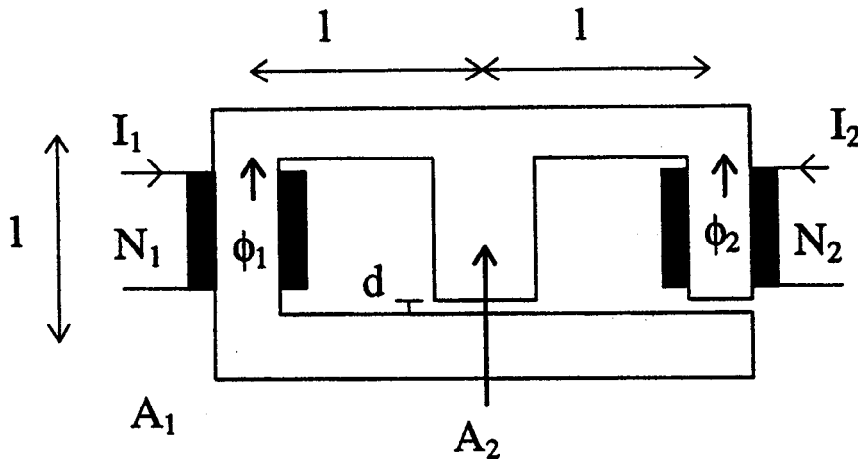
Kurzschluß:  $U_{1K} = 40 \text{ V}$ ;  $I_{1K} = 1 \text{ A}$ ; Phasenverschiebung zwischen  $U_{1K}$  und  $I_{1K}$ :  $\varphi = 30^\circ$

- 1) Zeichnen Sie ein vereinfachtes Ersatzschaltbild für diesen Transformator. Vernachlässigen Sie alle nicht wirksamen Elemente. 2 Punkte
- 2) Berechnen Sie die Elemente des Ersatzschaltbildes. 2 Punkte
- 3) Der Transformator wird mit einem Widerstand  $R_L = 5 \Omega$  belastet. Berechnen Sie den Sekundärstrom  $I_2$  und die Sekundärspannung  $U_2$  nach Betrag und Phase. Die Eingangsspannung beträgt  $u(t) = U_0 \sin(\omega t)$ . ( $U_0 = 230 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ) 2 Punkte

#### 4. Aufgabe

(6 Punkte)

Gegeben ist die folgende Anordnung. Die Wicklungen sind so angeordnet, daß die eingezeichneten Flüsse  $\phi_1$  und  $\phi_2$  positiv sind.



$$l = 5 \text{ cm}, d = 2 \text{ mm (Luftspalt)}, \text{Querschnitte } A_1 = 1 \text{ cm}^2, A_2 = 4 \text{ cm}^2,$$

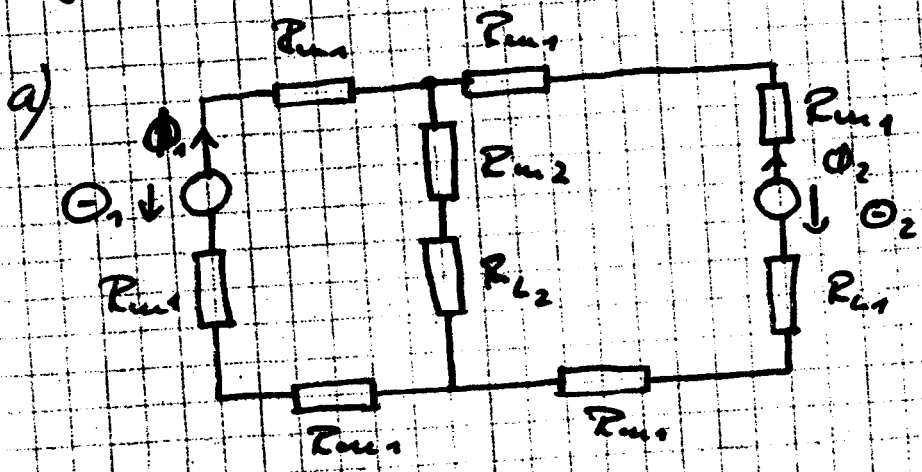
$$\mu_0 = 1.256 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}, \mu_r = \frac{1000}{1.256}$$

$$I_1 = 5 \text{ A}, I_2 = 3 \text{ A} \sin(\omega t), f = 50 \text{ Hz}, N_1 = 100, N_2 = 20$$

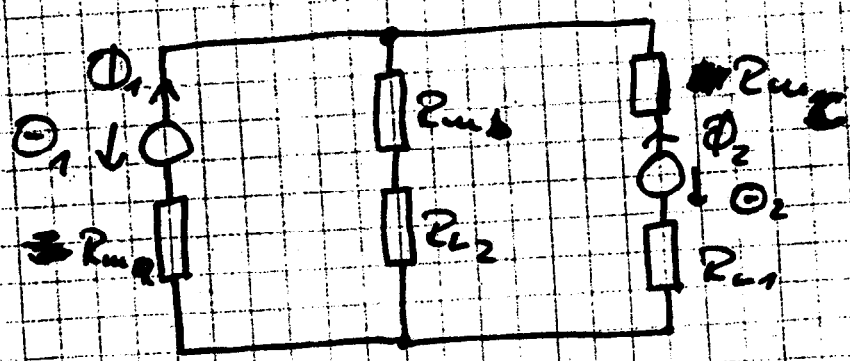
- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der magnetischen Anordnung und berechnen Sie die vorhandenen Elemente 2 Punkte
- Berechnen Sie die magnetischen Flüsse  $\phi_1$  und  $\phi_2$ . 2 Punkte
- Berechnen Sie die Feldstärke in den Luftspalten. 2 Punkte

E-Technik I 5  
3. Klausur

Aufgabe 4



vereinfacht:



$$R_{m1} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = \frac{l}{\mu_0 \mu_r A_1}$$

$$= 1000 \cdot 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vs}}$$

$$R_{m2} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$= 0,1 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vs}}$$

Luftspalt Vernachlässigung  
Klein für Verhältnis

$R_{unc} = R_{uca}$ , Luftspalt vernachlässigbar kleine  $\mu$  Verhältnis

(2)

$$R_{unc} = 1,5 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}$$

$$R_{ucl1} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \mu_m}{1,256 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 15,92 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}$$

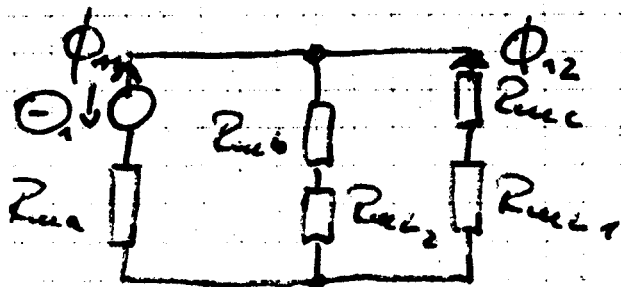
$$R_{ucl2} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \mu_m}{1,256 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 3,98 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}$$

$$\Theta_1 = I_1 \cdot N_1 = 5A \cdot 100 = 500A$$

$$\Theta_2 = N_2 \cdot I_2 = 20 \cdot 3A \sin(\omega t) = 60A \cdot \sin(\omega t)$$

b) Superpositionsprinzip:

1)  $\Theta_2 = 0$



$$\Phi_{11} = \frac{\Theta_1}{R_{unges1}}$$

$$\Phi_{11} = \frac{500A}{4,08 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}} = 0,1 \text{ Vs}$$

$$R_{unges1} = R_{uc1} + (R_{uc2} + R_{uc3}) \parallel (R_{uc4} + R_{uc1})$$

$$= 1,5 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs} + 4,08 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs} \parallel 17,42 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}$$

$$4,08 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs} + 12,42 \cdot 10^6 \frac{A}{Vs}$$

$$\frac{\Phi_{11}}{\Phi_{12}} = \frac{R_{uc1} + R_{uc2}}{(R_{uc1} + R_{uc2}) \parallel (R_{uc1} + R_{uc2})}$$

3

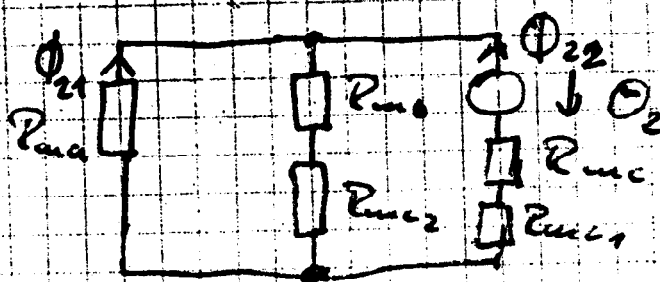
$$= \frac{R_{uc1} + R_{uc2}}{(R_{uc1} + R_{uc2})(R_{uc1} + R_{uc2})}$$

$$= \frac{R_{uc1} + R_{uc2} + R_{uc1} + R_{uc2}}{R_{uc1} + R_{uc2}}$$

$$\epsilon = \frac{-21,5 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs}}{4,08 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs}} = -5,27$$

$$\Phi_{12} = \frac{\Phi_{11}}{-5,27} = -0,019 \text{ Vs}$$

2)  $\Theta_1 = 0$



$$\Phi_{22} = \frac{\Theta_2}{R_{ges2}}$$

$$R_{ges2} = (R_{uc3} + R_{uc4}) + \frac{(R_{uc1} + R_{uc2}) \cdot R_{uc5}}{R_{uc1} + R_{uc2} + R_{uc5}}$$

$$= 17,42 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs} + 4,08 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs} \cdot 1$$

$$= 21,5 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs}$$

$$= 12,07 \cdot 10^{-6} \frac{A}{Vs}$$

$$\Phi_{22} = 3,24 \cdot 10^{-6} \text{ Vs (const.)}$$

$$\frac{\Phi_{21}}{\Phi_{22}} = -\frac{(R_{m1} + R_{m2}) \cdot R_{m3}}{R_{m1} + R_{m2} + R_{m3}} = -\frac{4,08 \cdot 10^6 \frac{Vs}{A}}{5,58 \cdot 10^6 \frac{Vs}{A}} = -0,73 \quad (4)$$

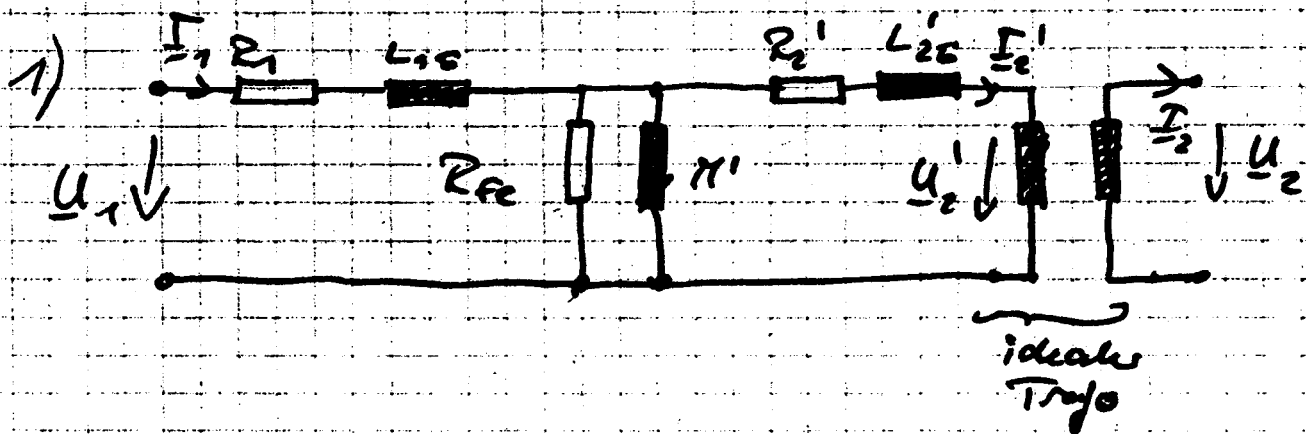
$$\begin{aligned} \Phi_{21} &= -0,73 \cdot 3,24 \cdot 10^{-6} \text{ Vs sin}(\omega t) \\ &= -2,37 \cdot 10^{-6} \text{ Vs sin}(\omega t) \end{aligned}$$

$$\Phi_1 = \Phi_{11} + \Phi_{21} = 0,1 \text{ Vs} - 2,37 \cdot 10^{-6} \text{ Vs sin}(\omega t)$$

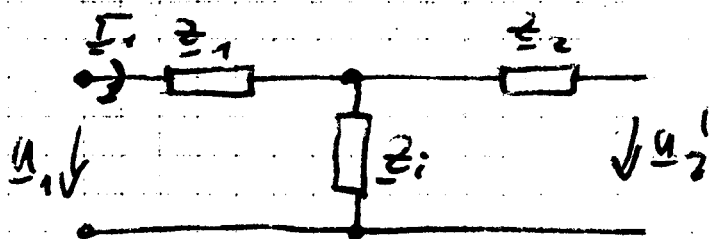
$$\Phi_2 = \Phi_{12} + \Phi_{22} = -0,019 \text{ Vs} + 3,24 \cdot 10^{-6} \text{ Vs sin}(\omega t)$$

$$\begin{aligned} c) H_{L1} &= \frac{\Phi_2 \cdot R_{m1}}{l} = \frac{(-0,019 \text{ Vs} + 3,24 \cdot 10^{-6} \text{ Vs sin}(\omega t)) \cdot 159}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \\ &= -151,4 \cdot 10^6 \frac{A}{m} + 25,79 \cdot 10^3 \frac{A}{m} \text{ sin}(\omega t) \end{aligned}$$

### Aufgabe 3



T = Ersatzschaltbild



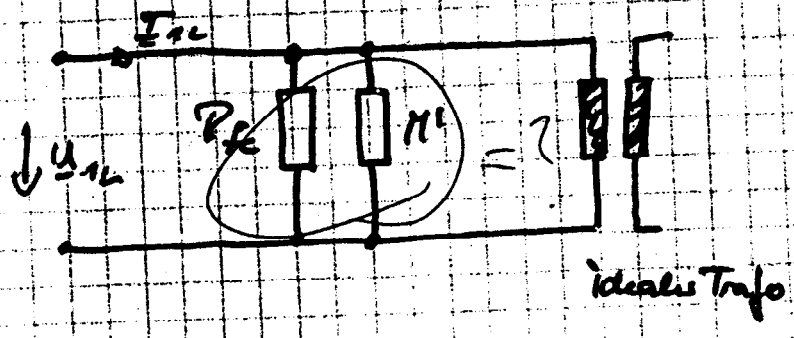


3.)

Ⓟ

Leerdlauf

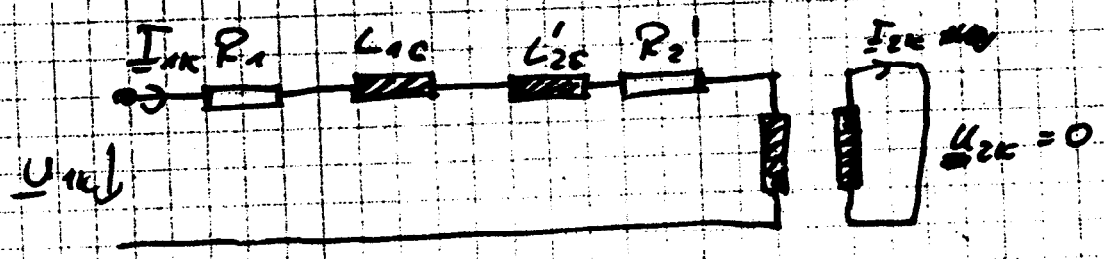
~~Wahlverfahren~~



$$Y = \frac{1}{R_k} + \frac{1}{j\omega M} = \frac{I_{in}}{U_{in}} = ?$$

ESW 0

Kurzschluss



$U_k = 40V$

$I_k = 1A$

$R_1 + R_2' = \frac{U_k \cdot 100}{I_k} = 34,64 \Omega \quad \checkmark \quad \wedge$

$R_1 \approx R_2' \rightarrow R_1 = R_2' = 17,32 \Omega$

$$\omega(L_{1B} + L'_{2C}) = \frac{U_{1B}}{I_{1B}} \cdot \text{Spa} \varphi_{1B} = 20 \Omega \quad \checkmark \quad (6)$$

$$L_{1B} + L'_{2C} = \frac{20 \Omega}{\omega} = 0,0637 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

$$L_{1B} = L'_{2C} \Rightarrow L_{1B} = L'_{2C} = 31,83 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \quad \checkmark \quad 1$$

$\bar{220}$

1. Aufgabe

(7)

$$a) \quad u_2(t) = N_2 \cdot \frac{d\phi(t)}{dt} = \frac{N_2}{N_1} \cdot u_1(t) \\ = \frac{N_2}{N_1} \cdot \hat{u}_1 \cdot \sin(\omega t) \quad \checkmark$$

$$u_3(t) = \int N_3 \cdot \frac{d\phi(t)}{dt} = - \frac{N_3}{N_1} \cdot u_1(t) \\ = - \frac{N_3}{N_1} \cdot \hat{u}_1 \cdot \sin(\omega t)$$

$$b) \quad i_3(t) = - \frac{N_3}{N_3} \cdot \hat{i}_1 \cdot \sin(\omega t) \quad \checkmark$$

$$c) \quad i_3(t) = - \frac{(N_1 \cdot \hat{i}_1 \cdot \sin(\omega t) + N_2 \cdot \hat{i}_2 \cdot \sin(\omega t))}{N_3}$$

~~$$= - \frac{N_1 \cdot \hat{i}_1 + N_2 \cdot \hat{i}_2}{N_3} \cdot \sin(\omega t) \quad \checkmark$$~~

Σ (1,5)

$$= - \frac{N_1 \cdot \hat{i}_1 + N_2 \cdot \hat{i}_2}{N_3} \cdot \sin(\omega t) \quad \checkmark$$

3. Aufgabe

$$3) \quad I_2 = \frac{U_2'}{R_2} = \frac{\hat{u}_1 \cdot u_2}{R_2}$$