

Zusammenfassung zur Übung 1

ELEKTROENERGIESYSTEME

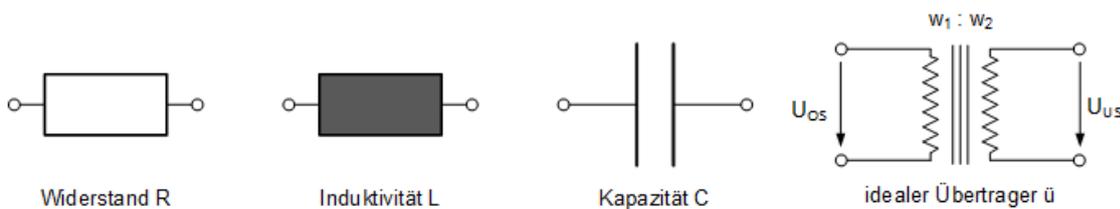
Aufgaben 1 bis 3

1) Komplexe Wechselstromrechnung:

Anwendbar bei der allgemeinen Betrachtung eingeschwungener, sinusförmig angeregter elektrischer Netze. Starke Ähnlichkeit zur Berechnung von Gleichstromnetzwerken. Kirchhoff'sche Gesetze und Ohm'sches Gesetz anwendbar mit einer komplexen Impedanz \underline{Z} :

$$\underline{U} = \underline{Z} \cdot \underline{I}$$

2) Passive Bauelemente und idealer Übertrager (Transformator):



3) Impedanzen:

$$\underline{Z}_R = R$$

$$\underline{Z}_L = j\omega L$$

$$\underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{\omega C}$$

4) Impedanztransformation bei idealem Übertrager:

Für die Transformation von Sekundär- (US) auf Primärseite (OS) gilt:

$$\underline{Z}_{OS} = \ddot{u}^2 \underline{Z}_{US} = \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2 \underline{Z}$$

5) Komplexe Zahlen:

- Betragsbildung

$$\underline{Z} = a + jb$$

$$\underline{Z} = \frac{a + jb}{c + jd}$$

$$|\underline{Z}| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$|\underline{Z}| = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\sqrt{c^2 + d^2}}$$

- Phasenwinkel

$$\varphi = \arg(a + jb) = \arctan\left(\frac{b}{a}\right)$$

ACHTUNG: Fallunterscheidung bei Berechnung des Phasenwinkels notwendig!

6) Drehstromsystem / Dreiphasensystem:

$$\underline{U}_R = U_R e^{j(\omega t)} \quad \underline{U}_S = U_S e^{j(\omega t - \frac{2\pi}{3})} \quad \underline{U}_T = U_T e^{j(\omega t - \frac{4\pi}{3})}$$

$$\underline{I}_R = I_R e^{j(\omega t - \varphi)} \quad \underline{I}_S = I_S e^{j(\omega t - \frac{2\pi}{3} - \varphi)} \quad \underline{I}_T = I_T e^{j(\omega t - \frac{4\pi}{3} - \varphi)}$$

• Sternschaltung:

Bei der Sternschaltung sind alle Phasen an einen gemeinsamen Punkt N angeschlossen. Bei einer symmetrischen Last gilt: $|\underline{U}_R| = |\underline{U}_S| = |\underline{U}_T| = U_Y$.

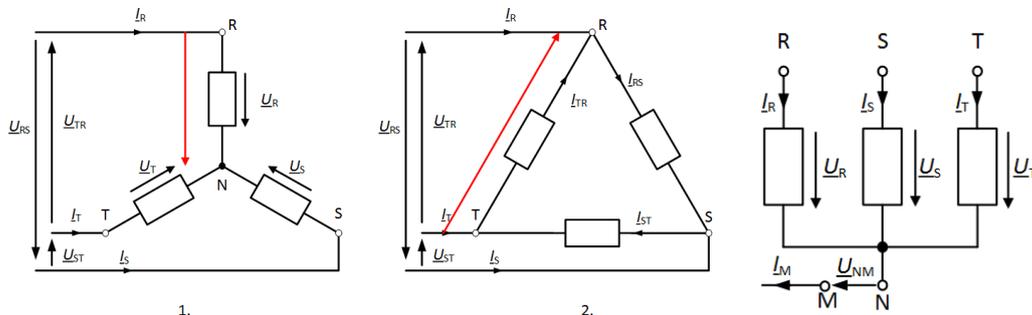
• Dreieckschaltung:

Bei der Dreieckschaltung sind alle Phasen direkt miteinander verbunden. Bei einer symmetrischen Last gilt: $|\underline{U}_{RS}| = |\underline{U}_{ST}| = |\underline{U}_{TR}| = U_\Delta$

• Hinweis zu Spannungsbezeichnungen: U_Y ist auch bekannt als Strangspannung. Zudem wird U_Δ ebenso gebräuchlich als verkettete Spannung oder Außenleiterspannung bezeichnet. In der Energietechnik verwendete Nennspannungen der Stromnetze entsprechen verketteten Spannungen (400V/20kV/110kV/220kV/380kV)

• Allgemein gilt für die Länge der Spannungszeiger: $(U_N =) U_\Delta = \sqrt{3} \cdot U_Y$ (vgl. Zeigerlänge rot markiert in (a)) und somit für die Scheinleistung (Betrag):

$$S = 3 \cdot S_{phase} = 3 \cdot U_Y \cdot I_Y = \sqrt{3} \cdot U_\Delta \cdot I_Y$$


 (a) Symmetrisches Drehstromsystem mit Verbraucher in
 1. Sternschaltung 2. Dreieckschaltung

 (b) Unsymmetrische Belastung
 eines Drehstromsystems

7) unsymmetrische Belastung:

Seien M und N verbunden (siehe (b)) dann gilt: $\underline{U}_{NM} = 0$

$$\underline{I}_M = \underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T = U_Y e^{j\omega t} (\underline{Y}_R + \underline{Y}_S \cdot e^{-j\frac{2\pi}{3}} + \underline{Y}_T \cdot e^{-j\frac{4\pi}{3}})$$

Seien M und N getrennt dann gilt: $\underline{I}_M = 0$

$$\underline{U}_{NM} = U_Y e^{j\omega t} \frac{(\underline{Y}_R + \underline{Y}_S \cdot e^{-j\frac{2\pi}{3}} + \underline{Y}_T \cdot e^{-j\frac{4\pi}{3}})}{\underline{Y}_R + \underline{Y}_S + \underline{Y}_T}$$