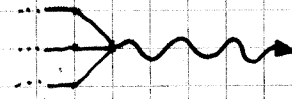


T
S
R

Energietechnik



• Raumzeiger und Nullgröße:

$$\underline{v}(t) = \frac{2}{3} (v_R(t) + a \cdot v_S(t) + a^2 \cdot v_T(t)) \rightarrow \underline{v}(t) = v_\alpha + j \cdot v_\beta$$

$$v_0(t) = \frac{1}{3} (v_R(t) + v_S(t) + v_T(t))$$

$$\begin{pmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \\ v_0 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} v_R \\ v_S \\ v_T \end{pmatrix} \quad \text{"Hintertransformation"}$$

$$\begin{pmatrix} v_R \\ v_S \\ v_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2}\sqrt{3} & 1 \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \\ v_0 \end{pmatrix} \quad \text{"Rücktransformation"}$$

• Symmetrische Komponenten:

$$\begin{pmatrix} \underline{V}_{(0)} \\ \underline{V}_{(1)} \\ \underline{V}_{(2)} \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{V}_S \\ \underline{V}_T \end{pmatrix} \quad \text{"Hintertransformation"}$$

$$\begin{pmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{V}_S \\ \underline{V}_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \underline{V}_{(0)} \\ \underline{V}_{(1)} \\ \underline{V}_{(2)} \end{pmatrix} \quad \text{"Rücktransformation"}$$

• Zusammenhänge:

$$\underline{v}(t) = \sqrt{2} \cdot \underline{V}_{(1)} \cdot e^{j\omega t} + \sqrt{2} \cdot \underline{V}_{(2)}^* \cdot e^{-j\omega t}$$

$$v_0(t) = \operatorname{Re} \{ \sqrt{2} \cdot \underline{V}_{(0)} \cdot e^{j\omega t} \}$$

• Leitungen und Kabel:

Wellenwiderstand: $\underline{Z}_w = \sqrt{\frac{\underline{Z}'}{\underline{Y}'}}$ mit $\underline{Z}' = R' + j\omega L'$
 $\underline{Y}' = G' + j\omega C'$

Ausbreitungskonstante: $\gamma = \sqrt{\underline{Z}' \cdot \underline{Y}'} \hat{=} \alpha + j\beta$

Näherungsformel für Wellenwiderstand:

$$\underline{Z}_w \approx \frac{60 \cdot \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{r_{\text{Leitungs}}}\right)$$

Natürliche Leistung: $P_{\text{nat}} = \frac{U_w^2}{\underline{Z}_w}$ (keine Wirk- sondern Scheinleistung!)

• Leistung:

↳ Grundsätzlich: Leistung im Drehstromsystem ist die Summe der Teilleistungen aller drei Stränge R, S, T!

Momentanleistung:

$$p(\omega t) = u_R(\omega t) \cdot i_R(\omega t) + u_S(\omega t) \cdot i_S(\omega t) + u_T(\omega t) \cdot i_T(\omega t) = \\ = \frac{3}{2} \cdot \operatorname{Re} \left\{ \underline{u}(t) \cdot \underline{i}(t)^* \right\} + 3 \cdot u_0(t) \cdot i_0(t)$$

Wirkleistung: P

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \left\{ u_R(t) \cdot i_R(t) + u_S(t) \cdot i_S(t) + u_T(t) \cdot i_T(t) \right\} dt = (\text{arithmetischer Mittelwert}) \\ = 3 \cdot \operatorname{Re} \left\{ \underline{u}_{(1)} \cdot \underline{i}_{(1)}^* + \underline{u}_{(2)} \cdot \underline{i}_{(2)}^* + \underline{u}_{(0)} \cdot \underline{i}_{(0)}^* \right\}$$

Scheinleistung: S

$$S = 3 \cdot U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 3 \cdot \sqrt{U_{(1)}^2 + U_{(2)}^2 + U_{(0)}^2} \cdot \sqrt{I_{(1)}^2 + I_{(2)}^2 + I_{(0)}^2}$$

$$S = P + j \cdot Q \rightarrow Q = \sqrt{S^2 - P^2} = S \cdot \sqrt{1 - \lambda^2}$$

Leistungsfaktor: $\lambda = \frac{P}{S}$