

## Leistungsgrößen

Scheinleistung:  $S = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = U \cdot I \cdot e^{j(\varphi_u - \varphi_i)} = U \cdot I \cdot e^{j\varphi}$

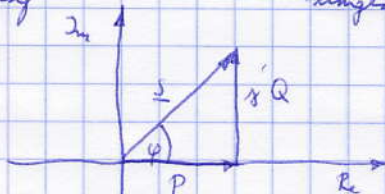
$$S = P + jQ$$

Wirkleistung  $P = S \cos \varphi$

Blindleistung  $Q = S \sin \varphi$  (Var)

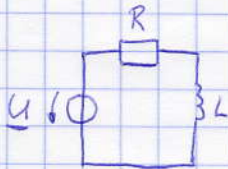
- an Wirkwiderstand  $R$   
umgesetzte Leistung

- an Blindwiderstand  $X$  (z.B.  $X = j\omega L$ )  
~~umgesetzte Leist~~ pendelnde Leistung



$$[S] = 1 \text{ VA}, \quad [P] = 1 \text{ W}, \quad [Q] = 1 \text{ var}$$

Beispiel



$$Z = R + j\omega L$$

$$S = \underline{U} (\underline{U}^* / Z)^* = \frac{U^2}{Z^*} = \frac{U^2}{R - j\omega L} = U^2 \frac{R + j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Achtung!

$$P = \frac{U^2 \cdot R}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

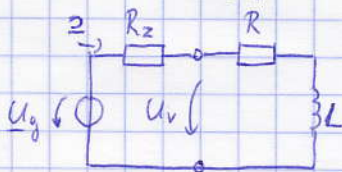
$$Q = \frac{+U^2 \cdot \omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$\varphi = + \arctan \frac{\omega L}{R}$$

## Blindleistungskompensation

- Problem:
- Blindleistung bewirkt erhöhte Stromaufnahme gegenüber rein resistivem Verbraucher
  - erhöhte Stromaufnahme verursacht erhöhte Verlustleistung in den Zuleitungs- und im Innenwiderstand des Generators  $\rightarrow$  Verringerung des Gesamtwirkungsgrades, unerwünscht

Beispiel:



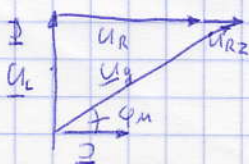
a.) ohne Kompensation

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{R + R_z + j\omega L}$$

$$S = \underline{U} \underline{I}^* = \frac{U^2}{R + R_z - j\omega L} = U^2 \left( \frac{R + R_z}{(R + R_z)^2 + \omega^2 L^2} + j \frac{\omega L}{(R + R_z)^2 + \omega^2 L^2} \right)$$

$$P_v = \frac{U^2 R}{(R + R_z)^2 + \omega^2 L^2}$$

$$P_z = \frac{U^2 R_z}{(R + R_z)^2 + \omega^2 L^2}$$



b.) mit Kompensation



$$Y_{nr} = \frac{I}{U_{nr}} = j\omega C + \frac{1}{R+j\omega L} = \frac{j\omega CR - \omega^2 LC + 1}{R+j\omega L} \Rightarrow Z_{nr} = \frac{R+j\omega L}{1-\omega^2 LC + j\omega CR} = \frac{Z}{N}$$

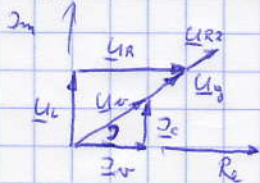
Ziel:  $\text{Im}(Z_{nr}) = 0$ , d. h.  $\text{ang}(N) = \text{ang}(Z)$

$$\frac{\omega L}{R} = \frac{\omega CR}{1-\omega^2 LC} \rightarrow C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2} \rightarrow \text{einsetzen in } Z_{nr} \text{ liefert}$$

$$Z_{nr} = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{R} \text{ rein reell}$$

$$I = \frac{U}{Z_{nr}} = \frac{U \cdot R}{R R_2 + R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$I_{nr} = U_g \frac{R - j\omega L}{R R_2 + R^2 + \omega^2 L^2}$$



Zahlenbeispiel:

$$U_g = 230 \text{ V}$$

$$R_2 = 0,5 \Omega$$

$$\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ s}^{-1}$$

$$R = 100 \Omega$$

$$L = 0,3 \text{ H}$$

$$\rightarrow C = 16 \mu\text{F}$$

unkompensiert:

$$P_v = 278,67 \text{ W}$$

$$P_2 = 1,4 \text{ W}$$

$$I = I_{nr} = 1,67 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,73$$

kompensiert:

$$I = 1,21 \text{ A}$$

$$I_{nr} = 1,67 \text{ A}$$

$$P_2 = 0,74 \text{ W}$$

$$P_{nr} = 278,67 \text{ W}$$

weitere Leistungsgrößen

Güte und Verlustfaktor

$$\text{Güte: } Q = \frac{|Q|}{P}$$

$$\text{Verlustfaktor } d = \frac{P}{|Q|} = \tan \delta$$

$\delta$  ... Verlustwinkel

