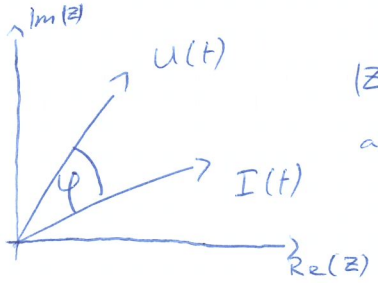
Wechselstrom



$|Z|$: Streckungsfaktor

$\arg(Z)$: Drehwinkel

Scheinwiderstand berechnen : $|Z|$

Impedanzen: $Z_R = R \quad Z_L = i\omega L \quad Z_C = -\frac{i}{\omega C}$

Effektivwerte:

$$I_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}\,|Z|} \qquad I_{eff} = \frac{U_{eff}}{|Z|} \qquad I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \qquad U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Leistung:

Scheinleistung $S = U_{eff} \cdot I_{eff}$

Wirkleistung $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi$

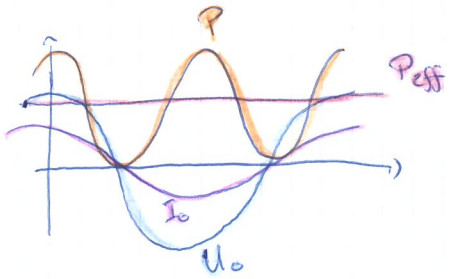
Blindleistung $Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin\varphi$

$U = U_0 \cos(\omega t)$

$I = I_0 \cos(\omega t)$

$P = U \cdot I = U_0 I_0 \cos^2(\omega t)$

$P_{eff} = U_{eff} \cdot I_{eff}$



Wechselstromkreise

Scheinwiderstand: $R = \frac{U}{I}$

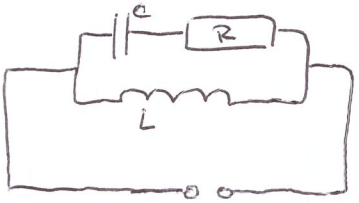
ohmscher Widerstand & Impedanz:

$R \mapsto Z$

Serienschaltung von Impedanzen: addieren

Parallelschaltung: Kehrwerte addieren

$Z_R = R \qquad Z_L = i\omega L \qquad Z_C = -\frac{i}{\omega C}$



$$Z_{RC} = R - \frac{i}{\omega C}$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R - \frac{i}{\omega C}} + \frac{1}{i\omega L} \qquad |()^{-1}$$

$$Z = \left(\frac{1}{R - \frac{i}{\omega C}} + \frac{1}{i\omega L} \right)^{-1}$$

$$R = 0 \rightarrow \quad Z = \left(i\omega C + \frac{1}{i\omega L} \right)^{-1} = \frac{1}{i\left(\omega C + \frac{1}{\omega L}\right)}$$

Spule: L — Kondensator: C

Phasenversch.: $\frac{\pi}{2}$ — Phasenversch.: $-\frac{\pi}{2}$

↳ Strom oszilliert zwischen Kondensator & Spule → weniger Blindleistung

$$I_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}\,|Z|}$$

$$\varphi = \arctan \frac{\mathrm{Im}(Z)}{\mathrm{Re}(Z)}$$

$$\bar{P} = \frac{1}{T} U_0 I_0 \int_0^T \cos(\omega t)\cos(\omega t - \varphi)\, dt$$

$$= \frac{U_0 I_0}{2} \cos\varphi$$

$$= U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$$

Scheinleistung $S = U_{eff} \cdot I_{eff}$

Wirkleistung $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi$

Blindleistung $Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin\varphi$

$U_{eff\,R} = |Z'| \cdot I_{eff}$ $\quad I_{eff} = 5.55\,A$ $\quad Z' = (0.08 - 3.18i)\,\Omega$

$U_{eff\,R} = 18\,V$ ⇐

$U_{eff} = |Z| \cdot I_{eff}$, $|Z| \cos\varphi = Re(Z)$

$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cos\varphi = I_{eff}^2 \cdot Re(Z) = 36\,W$

$\eta = \frac{P_v}{P} = 7.8\%$

$P_v = U_{eff\,R} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi = \frac{U_{eff\,R}^2}{R} = 2.6\,W$

Wieso unterschiedliche Spannungen?

- Widerstand genügend gross ⇒ kann vernachlässigt werden
- nur noch C und L ← $\tilde{i}$ phasenverschoben = höhere Amplituden, die sich zu einer kleineren Amplitude addieren

$\omega = 2\pi f$

2019

a) $\frac{1}{Z'} = \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_{R_V}} = \frac{1}{-\frac{i}{\omega C}} + \frac{1}{R_V} = -\frac{\omega C}{i} + \frac{1}{R_V} = i\omega C - \frac{1}{R_V}$

$Z' = \frac{1}{i\omega C - \frac{1}{R_V}} = \frac{\frac{1}{R_V} - i\omega C}{\frac{1}{R_V^2} + \omega^2 C^2}$

$Z = Z' + Z_{R_S} + Z_L = \;''\; + R_S + i\omega L$

$= R_S + \frac{\frac{1}{R_V}}{\frac{1}{R_V^2} + \omega^2 C^2} + i\left(\omega L - \frac{\omega C}{\frac{1}{R_V^2} + \omega^2 C^2}\right)$

b) $U_{eff\,R_V} = |Z'| \cdot I_{eff} = \sqrt{0.08^2 + 3.18^2}\,\Omega \cdot 5.6\,A = 17.8\,V$

$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{|Z|} = 5.6\,A$

c) $\eta = \frac{P_v}{P} = 7.8\%$ $\quad P_v = U_{eff\,R} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi = \frac{U_{eff\,R}^2}{R} = 2.6\,W$

$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi = I_{eff}^2\, Re(Z) = 36\,W$