

Zusammenfassung vom 16.06.2009

VII Wechselstrom und Wechselstromwiderstand

sinusförmige Wechselspannung: $U(t) = U_0 \cos(\omega t + \delta)$

$U_0 = \text{Maximalwert (Scheitelwert)}$

$\delta = \text{Phase}$

$\omega = \text{Kreisfrequenz}$

$T = \text{Periode}$

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

Bem.: Jede periodische Funktion kann als (∞ -lange)Reihe von harmonischen Funktionen dargestellt werden.

Effektivwerte: $U_{\text{eff}} = \sqrt{\langle U^2(t) \rangle_t} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$ $I_{\text{eff}} = \sqrt{\langle I^2(t) \rangle_t} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}$

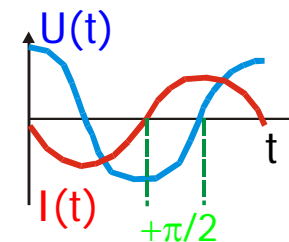
bei sinusförmiger Zeitabhängigkeit: $U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_0$ *effektive Spannung* $I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_0$ *effektiver Strom*

Wechselstromwiderstand R: $U_{\text{eff}} = R I_{\text{eff}}$ *Ohm'sches Gesetz (wie im Gleichstromfall)*

Verlustleistung: $\langle P(t) \rangle_t = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = R I_{\text{eff}}^2 = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$

kapazitiver Widerstand: $X_C = \frac{1}{\omega C} \rightarrow U_{\text{eff}} = X_C I_{\text{eff}}$

$$I(t) = I_0 \cos\left(\omega t + \delta + \frac{\pi}{2}\right) \quad I_0 = \frac{U_0}{X_C}$$

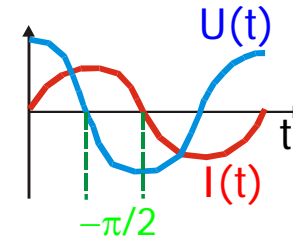


*Strom eilt
Spannung
voraus*

induktiver Widerstand:

$$X_L = \omega L \rightarrow U_{\text{eff}} = X_L I_{\text{eff}}$$

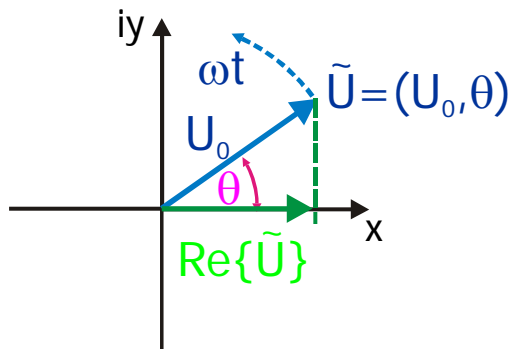
$$I(t) = I_0 \cos\left(\omega t + \delta - \frac{\pi}{2}\right) \quad I_0 = \frac{U_0}{X_L}$$



*Strom hinkt
Spannung
hinterher*

X_C und X_L sind Blindwiderstände, d.h. es wird keine Verlustleistung erzeugt $\rightarrow \langle P(t) \rangle_t = 0$

Zeigerdiagramm:



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

sinusförmige Spannung

$$\tilde{U}(t) = (U_0, \theta(t))$$

Spannung als komplexe Zahl

$$|\tilde{U}(t)| = U_0$$

Länge = Scheitelwert

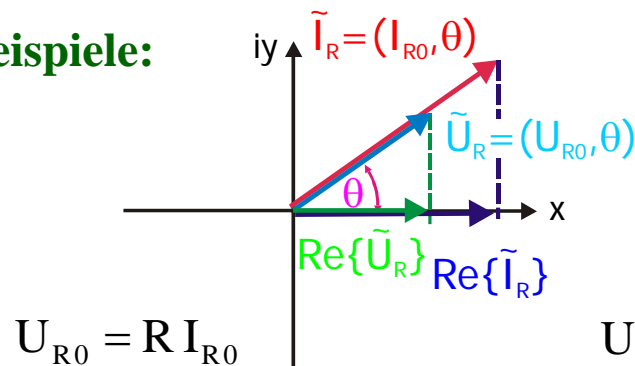
$$\theta(t) = \omega t + \delta$$

Winkel = zeitabhängige Phase

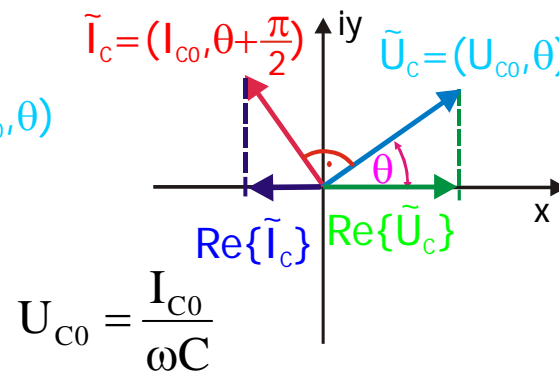
$$\text{Re}\{\tilde{U}(t)\} = U_0 \cos(\omega t + \delta)$$

Realteil = Momentanwert

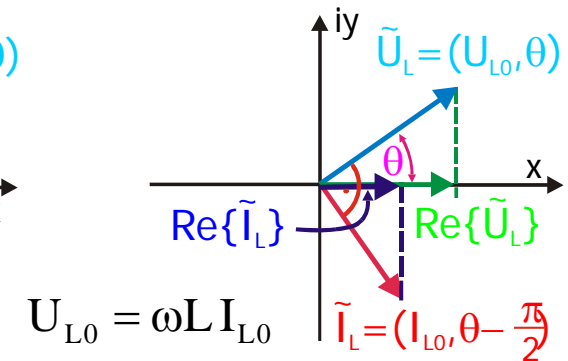
Beispiele:



$$U_{R0} = R I_{R0}$$



$$U_{C0} = \frac{I_{C0}}{\omega C}$$



$$U_{L0} = \omega L I_{L0}$$