

## Spannweite bei Wechselstrom

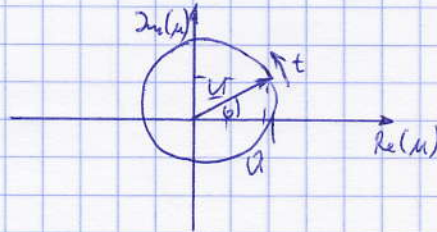
- häufige Signalform: sinusförmiges Signal
- periodische nichtsinusförmige Signale lassen sich aus sinusförmigen Signalen zusammensetzen (Fourierreihenzerlegung)

- sinusförmiger Spannungsverlauf:

$$u(t) = \hat{U} \cos(\omega t + \varphi) = \operatorname{Re}(\hat{U} e^{j(\omega t + \varphi)})$$

„Momentaufnahme“ für  $t=0$

- Netzwerkgrößen eines linearen Netzwerks bei sinusförmiger Erregung vollständig beschrieben durch Amplituden und Phasenwinkel der



## Rechnung mit komplexen Größen

Addition / Subtraktion

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 \pm \underline{Z}_2$$

$$j \operatorname{Im}(\underline{Z}) + \operatorname{Re}(\underline{Z}) = j \operatorname{Im}(\underline{Z}_1) + \operatorname{Re}(\underline{Z}_1) \pm j \operatorname{Im}(\underline{Z}_2) \pm \operatorname{Re}(\underline{Z}_2)$$

- Realteil und Imaginärteil addieren / subtrahieren, sich jeweils

Multiplikation / Division

$$\hat{Z} e^{j\omega\varphi} = (\hat{Z}_1 e^{j\varphi_1}) / (\hat{Z}_2 e^{j\varphi_2}) = \hat{Z}$$

$$\hat{Z} = \hat{Z}_1 / \hat{Z}_2$$

$$\varphi = \varphi_1 \pm \varphi_2$$

- Amplituden multiplizieren / dividieren sich  
Phasenwinkel addieren / subtrahieren sich

## Verhalten der linearen Bauelemente

- Widerstand:  $U = I \cdot R \rightarrow$  gilt auch im Komplexen

- Induktivität:  $U = L \frac{di}{dt}$ , einsetzen in  $i(t) = \hat{I} e^{j(\omega t + \varphi)}$

$$\underline{U} = j\omega L \hat{I} e^{j(\omega t + \varphi)} \rightarrow \text{bei stehendem Zeiger: } \underline{U} = j\omega L \underline{I}$$

- Kapazität:  $\hat{I} = C \frac{du}{dt}$ , einsetzen in  $u(t) = \hat{U} e^{j(\omega t + \varphi)}$

$$\hat{I} = j\omega C \hat{U} e^{j(\omega t + \varphi)} \rightarrow \text{bei stehendem Zeiger: } \underline{I} = j\omega C \underline{U}$$

Zeigerbilder

## Amplitudenzeiger und Effektivwertzeiger

- bisher verwendet: Amplitudenzeiger, dann gilt für die Leistung  $P = \frac{\underline{U} \cdot \underline{I}^*}{2}$

- Effektivwertzeiger:  $P = \underline{U} \cdot \underline{I}^*$

\*: konjugiert komplexe Zahl

- beide Varianten haben Berechtigung,

- bei Leistungsbeobachtungen darauf achten, welche Variante gewählt wurde

- Iner: in Zukunft Effektivwertzeiger verwendet

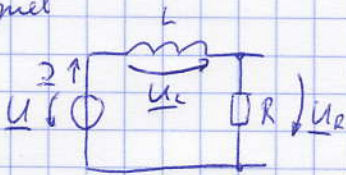


## Rechnung im Zeitbereich

- Aufstellen der Maschen- und Knotengleichungen
- => Einsetzen der Strom- $i_{\text{q}}$

## Netzwerkanalyse in der komplexen Ebene

Beispiel



1. Aufstellen der Maschen- und Knotengleichungen

$$\underline{I} = \underline{I}_L = \underline{I}_R$$

$$\underline{U} = \underline{U}_L + \underline{U}_R$$

2. Einsetzen der Spannungs- und Strombeziehungen für die einzelnen Bauelemente

$$\underline{U}_R = \underline{I} \cdot R \quad \underline{U}_L = j\omega L \underline{I}$$

$$\underline{U} = \underline{I} \cdot (R + j\omega L) \quad \Rightarrow$$

3. Lösung

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

$$; \underline{U}_R = \frac{R \cdot \underline{U}}{j\omega L + R}$$

$$; \underline{U}_L = \frac{j\omega L \underline{U}}{j\omega L + R}$$

Zeigenbild:

