

Thema	Bereiche	Seite
Wechselspannung	Begriffsdefinition	3-2
	Zeiger- und Liniendiagramm	3-2
	Umrechnung Bogenmaß – Gradmaß	3-3
	Kreisfrequenz	3-3
	Effektivwert	3-3
	Phasenverschiebungswinkel	3-3
	Mathematische Darstellung	3-4
Widerstand an Wechselspannung	Momentanwert bei best. Winkel	3-5
	Linien- und Zeigerdiagramm	3-5
	Phasenwinkel	3-5
	Widerstand	3-5
Spule an Wechselspannung	Momentanwert bei best. Winkel	3-6
	Linien- und Zeigerdiagramm	3-6
	Phasenverschiebungswinkel	3-6
	Blindwiderstand	3-6
Kondensator an Wechselspannung	Momentanwert bei best. Winkel	3-7
	Linien- und Zeigerdiagramm	3-7
	Phasenverschiebungswinkel	3-7
	Blindwiderstand	3-7
Reihenschaltung R und L	Spannungen	3-8
	Zeigerdiagramme	3-8
	Widerstände	3-8
	Leistung	3-8
Reihenschaltung R und C	Spannungen	3-9
	Zeigerdiagramme	2-9
	Widerstände	3-9
	Leistung	3-9
Parallelschaltung R und L	Ströme	3-10
	Zeigerdiagramme	3-10
	Leitwerte	3-10
	Leistung	3-10
Parallelschaltung R und C	Ströme	3-11
	Zeigerdiagramme	3-11
	Leitwerte	3-11
	Leistung	3-11
Blindleistungs-Kompensation	Zeigerdiagramm	3-12
	Berechnung	3-12

Bestimmungsgrößen der Wechselstromtechnik:

Wechselspannung:

Eine Spannung die in regelmäßiger wiederkehrender Folge ihre Richtung und Polarität ändert, nennt man Wechselspannung.

Periode:

Vorgang, der sich in gleicher Weise wiederholt.

Periodendauer T:

Zeit, die zum Ablauf einer Periode erforderlich ist.

Frequenz f:

Anzahl der Perioden (Schwingungen) pro Sekunde $f = \frac{1}{T}$ $[f] = \frac{1}{s} = Hz$

Augenblickswert u(t):

Der Augenblickswert u(t) (Momentanwert) ist der Spannungswert u zu einem bestimmten Zeitpunkt t.

Scheitelwert \hat{u} :

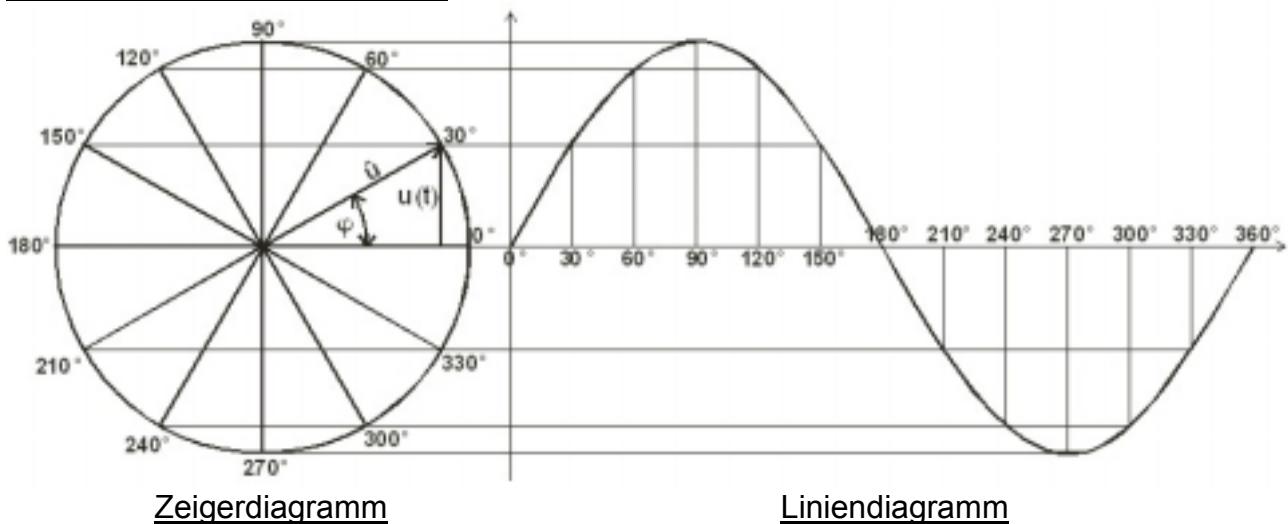
Der Scheitelwert \hat{u} wird auch als Amplitude, Höchstwert oder Maximalwert bezeichnet. Er ist der größte Augenblickswert.

Spitze-Spitze-Wert u_{ss} , u_{pp} :

Der Spitze-Spitze-Wert wird auch als Peak-Peak-Wert bezeichnet. Er ist bei sinusförmigen reinen Wechselspannungen doppelt so groß wie der Scheitelwert \hat{u}

$$u_{ss} = 2 \cdot \hat{u}$$

Linien- und Zeigerdiagramm:



Eine sinusförmige Wechselspannung lässt sich durch ein Zeiger- und Liniendiagramm darstellen.

Bei Zeigerdiagramm dreht sich der Zeiger mit konstanter Geschwindigkeit gegen den Uhrzeigersinn

$$u(t) = \hat{u} \cdot \sin \varphi$$

- u(t) = Momentanspannung in V
- \hat{u} = Scheitelspannung in V
- φ = Winkel

Umrechnung Bogenmaß – Gradmaß:

$$\hat{\alpha}_{360^\circ} = 2 \cdot \pi$$

$$360^\circ \hat{=} 2 \cdot \pi$$

$$\frac{\alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{\hat{\alpha}}{2 \cdot \pi} \Rightarrow$$

$$\alpha^\circ = \frac{\hat{\alpha} \cdot 360^\circ}{2 \cdot \pi}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha^\circ \cdot 2 \cdot \pi}{360^\circ}$$

α° = Winkel im Gradmaß

$\hat{\alpha}$ = Winkel im Bogenmaß

Auswahl einiger Winkel und Bogenmaße:

α°	0°	15°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
$\hat{\alpha}$	0	$\frac{\pi}{12}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3 \cdot \pi}{2}$	$2 \cdot \pi$

Kreisfrequenz:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$$

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

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

ω = Kreisfrequenz in $\frac{1}{s}$

f = Frequenz in Hz

T = Periodendauer in s

Effektivwert (quadratischer Mittelwert) eines Wechselstrom:

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

$$\hat{i} = I \cdot \sqrt{2}$$

\hat{i} = Scheitelwert des Stromes (der Wechselgröße)

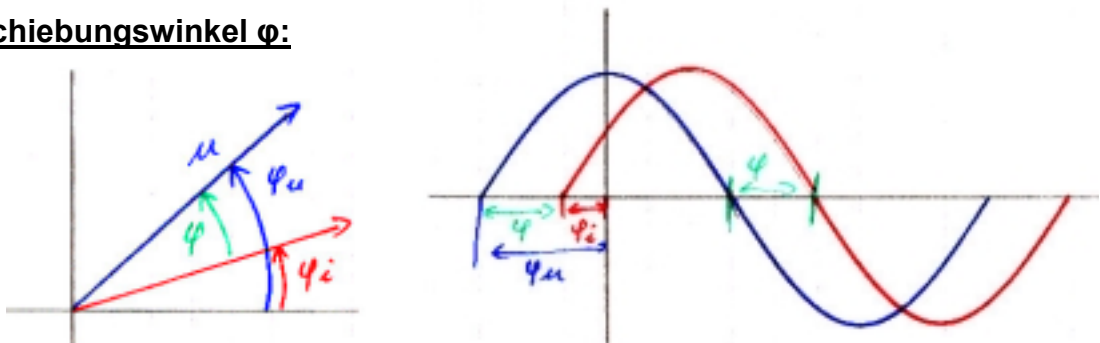
I = Effektivwert des Wechselstromes (der Wechselgröße)

Phasenverschiebungswinkel φ :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

$$\varphi_u = \varphi + \varphi_i$$

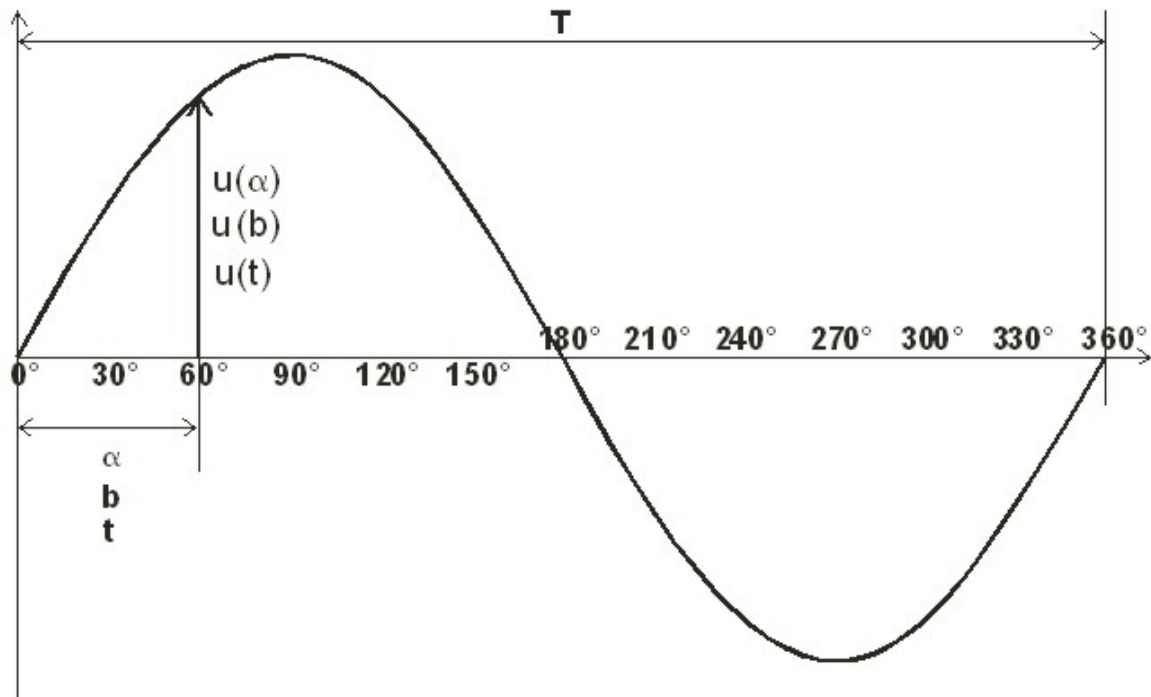
$$\varphi_i = \varphi_u - \varphi$$



φ = Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom u und Spannung i

φ_u = Nullphasenwinkel der Spannung u

φ_i = Nullphasenwinkel des Strom i

Mathematische Darstellung einer sinusförmigen Wechselspannung:

Die sinusförmige Schwingung (Spannung) kann dargestellt werden:

in Abhängigkeit vom Phasenwinkel α im Gradmaß (!!! Taschenrechner auf DEG !!!):

$$\boxed{u(\alpha^\circ) = \hat{u} \cdot \sin \alpha} \quad \boxed{\hat{u} = \frac{u(\alpha^\circ)}{\sin \alpha}} \quad \boxed{\sin \alpha = \frac{u(\alpha^\circ)}{\hat{u}}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } \alpha^\circ, 180^\circ - \alpha^\circ)$$

$u(\alpha^\circ)$ = Momentanspannung in V
 \hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V
 α = Winkel im Gradmaß

in Abhängigkeit vom Phasenwinkel b im Bogenmaß (!!! Taschenrechner auf RAD !!!):

$$\boxed{u(b) = \hat{u} \cdot \sin b} \quad \boxed{\hat{u} = \frac{u(b)}{\sin b}} \quad \boxed{\sin b = \frac{u(b)}{\hat{u}}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } b, \pi - b)$$

$u(b)$ = Momentanspannung in V
 \hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V
 b = Winkel im Bogenmaß

in Abhängigkeit von der Zeit t (!!! Taschenrechner auf RAD !!!):

$$\boxed{u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega \cdot t)} \quad \boxed{\hat{u} = \frac{u(t)}{\sin(\omega \cdot t)}} \quad \boxed{\sin(\omega \cdot t) = \frac{u(t)}{\hat{u}}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } t, \frac{T}{2} - t)$$

$u(t)$ = Momentanspannung in V
 \hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V
 ω = Kreisfrequenz in $\frac{1}{s}$
 t = Zeit in s ; T = Periodendauer in s

Ohmscher Widerstand an sinusförmiger Wechselspannung:

$$\boxed{u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega \cdot t)} \quad \boxed{\hat{u} = \frac{u(t)}{\sin(\omega \cdot t)}} \quad \boxed{\sin(\omega \cdot t) = \frac{u(t)}{\hat{u}}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } t, \frac{T}{2} - t)$$

$$\boxed{i(t) = \hat{i} \cdot \sin(\omega \cdot t)} \quad \boxed{\hat{i} = \frac{i(t)}{\sin(\omega \cdot t)}} \quad \boxed{\sin(\omega \cdot t) = \frac{i(t)}{\hat{i}}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } t, \frac{T}{2} - t)$$

Taschenrechner auf RAD umstellen !!

$u(t)$ = Momentanwert der Spannung in V

\hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V

$i(t)$ = Momentanwert des Stromes in A

\hat{i} = Scheitelwert des Stromes in A

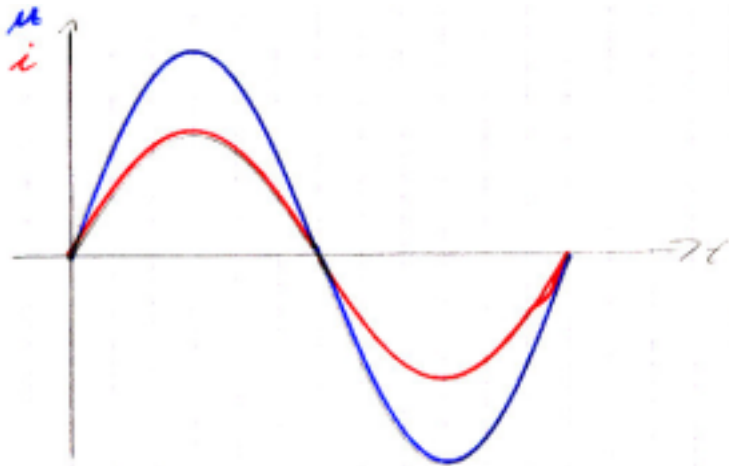
R = Widerstand in Ω

ω = Kreisfrequenz in $\frac{1}{s}$

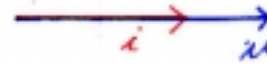
t = Zeit in s

T = Periodendauer in s

Liniendiagramm



Zeigerdiagramm

**Phasenwinkel:**

$$\boxed{\varphi_i = \varphi_u \Rightarrow \varphi = 0}$$

Widerstand:

$$\boxed{R = \frac{u(t)}{i(t)}} \Rightarrow \boxed{R = \frac{\hat{u}}{\hat{i}}} \quad \text{mit } \hat{u} = U \cdot \sqrt{2} \quad \text{und} \quad \hat{i} = I \cdot \sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{R = \frac{U}{I}}$$

Der Widerstand ist im Wechselstromkreis **nicht frequenzabhängig**

Spule an sinusförmiger Wechselspannung:

$$u(t) = \hat{i} \cdot L \cdot \omega \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \hat{i} = \frac{u(t)}{L \cdot \omega \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)} \quad L = \frac{u(t)}{\hat{i} \cdot \omega \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

$$i(t) = \hat{i} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \hat{i} = \frac{i(t)}{\sin(\omega \cdot t)} \quad \sin(\omega \cdot t) = \frac{i(t)}{\hat{i}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } t, \frac{T}{2} - t)$$

Taschenrechner auf RAD umstellen !!

u(t) = Momentanwert der Spannung in V

\hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V

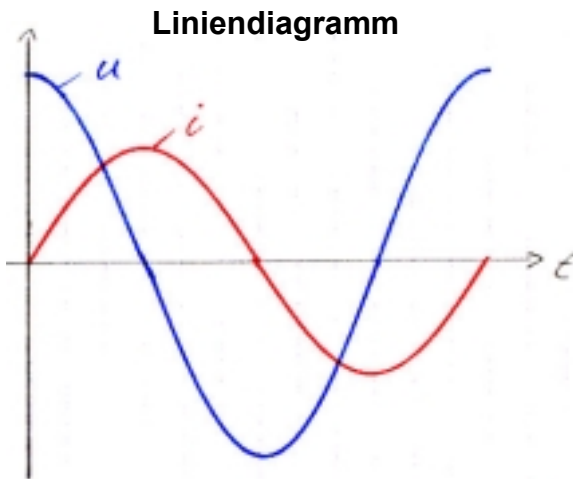
i(t) = Momentanwert des Stromes in A

\hat{i} = Scheitelwert des Stromes in A

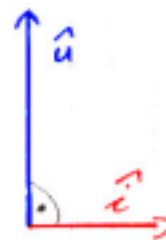
ω = Kreisfrequenz in $\frac{1}{s}$

t = Zeit in s

L = Induktivität in H



Zeigerdiagramm



Phasenverschiebungswinkel:

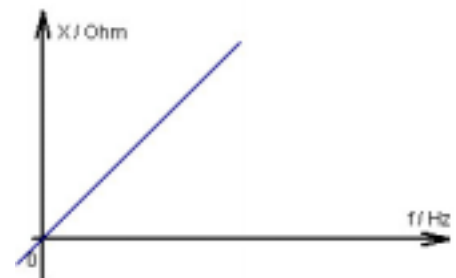
$$\varphi_i = \omega \cdot t \quad \varphi_u = (\omega \cdot t) + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = +90^\circ$$

Bei der idealen Spule eilt der Strom i der Spannung u um 90° nach !!

Blindwiderstand X_L :

$$X_L = \omega \cdot L \quad \omega = \frac{X_L}{L} \quad L = \frac{X_L}{\omega} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad f = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot L} \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}$$



X_L = Blindwiderstand in Ω

L = Induktivität in H

f = Frequenz in Hz

Der Blindwiderstand ist frequenzabhängig. Er verhält sich proportional

Kondensator an sinusförmiger Wechselspannung:

$$u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \hat{u} = \frac{u(t)}{\sin(\omega \cdot t)} \quad \sin(\omega \cdot t) = \frac{u(t)}{\hat{u}} \quad (2 \text{ Lösungen !! : } t, \frac{T}{2} - t)$$

$$i(t) = \hat{u} \cdot C \cdot \omega \cdot \sin\left(\left(\omega \cdot t\right) + \frac{\pi}{2}\right) \quad \hat{u} = \frac{i(t)}{C \cdot \omega \cdot \sin\left(\left(\omega \cdot t\right) + \frac{\pi}{2}\right)} \quad C = \frac{i(t)}{\hat{u} \cdot \omega \cdot \sin\left(\left(\omega \cdot t\right) + \frac{\pi}{2}\right)}$$

Taschenrechner auf RAD umstellen !!

u(t) = Momentanwert der Spannung in V

\hat{u} = Scheitelwert der Spannung in V

i(t) = Momentanwert des Stromes in A

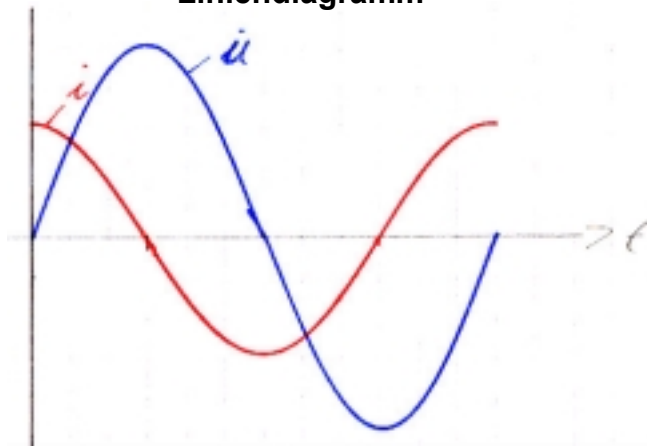
\hat{i} = Scheitelwert des Stromes in A

ω = Kreisfrequenz in $\frac{1}{s}$

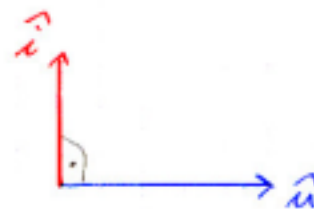
t = Zeit in s

C = Kondensator in F

Liniendiagramm



Zeigerdiagramm



Phasenverschiebungswinkel:

$$\varphi_u = \omega \cdot t \quad \varphi_i = (\omega \cdot t) + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = -90^\circ$$

Beim idealen Kondensator eilt der Strom i der Spannung u um 90° vor !!

Blindwiderstand X_C :

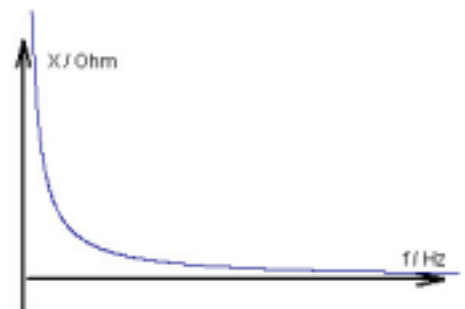
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad \omega = \frac{1}{X_C \cdot C} \quad C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot X_C \cdot C} \quad C = \frac{1}{X_C \cdot 2 \cdot \pi \cdot f}$$

X_C = Blindwiderstand in Ω

C = Kapazität in F

f = Frequenz in Hz



Der Blindwiderstand ist frequenzabhängig. Er verhält sich indirekt proportional

Reihenschaltung R und L:

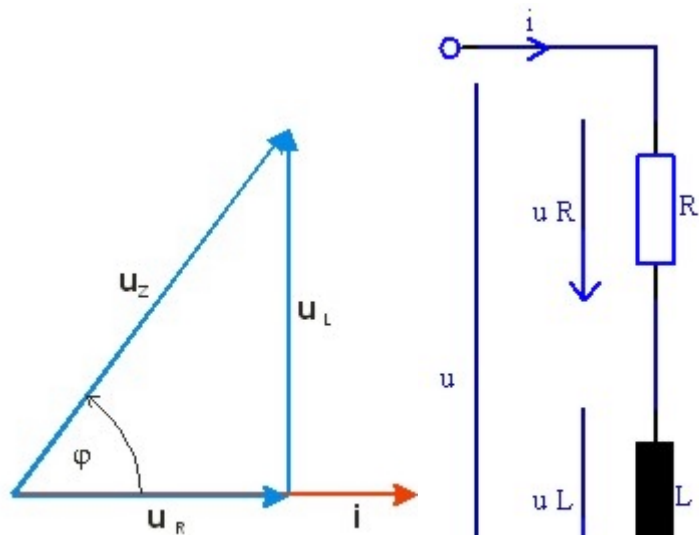
Spannungen:

$$U_Z^2 = U_R^2 + U_L^2 \quad U_Z = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

$$U_R = \sqrt{U_Z^2 - U_L^2} \quad U_L = \sqrt{U_Z^2 - U_R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{U_L}{U_R} \quad \cos \varphi = \frac{U_R}{U_Z} \quad \sin \varphi = \frac{U_L}{U_Z}$$

Alle Spannungen in V



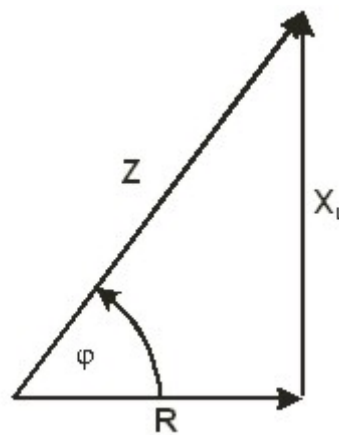
Widerstände:

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} \quad X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R} \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z} \quad \sin \varphi = \frac{X_L}{Z}$$

Z = Scheinwiderstand (Impedanz) in Ω
 R = Wirkwiderstand in Ω
 X_L = ind. Blindwiderstand in Ω



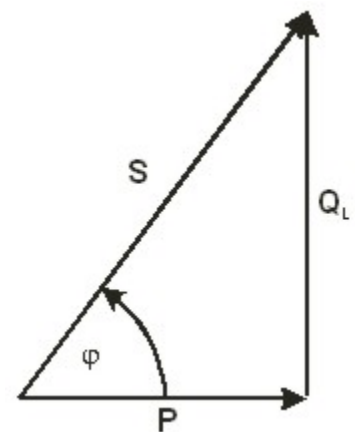
Leistung:

$$S^2 = P^2 + Q_L^2 \quad S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} \quad P = \sqrt{S^2 - Q_L^2}$$

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \tan \varphi = \frac{Q_L}{P} \quad \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad \sin \varphi = \frac{Q_L}{S}$$

$$S = \frac{U_Z^2}{Z} = I^2 \cdot Z \quad P = \frac{U_R^2}{R} = I^2 \cdot R \quad Q_L = \frac{U_L^2}{X_L} = I^2 \cdot X_L$$

S = Scheinleistung in VA
 Q_L = Blindleistung in var
 P = Wirkleistung in W
 cos φ = Leistungsfaktor



Beachte:

- Der Strom i ist in der Reihenschaltung überall gleich.
- Am Widerstand sind Spannung und Strom phasengleich
- An der Spule sind Spannung und Strom um +90° phasenverschoben.
 ⇒ i eilt u_L um 90° nach

Reihenschaltung R und C:

Spannungen:

$$U_Z^2 = U_R^2 + U_C^2 \quad U_Z = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$$

$$U_R = \sqrt{U_Z^2 - U_C^2} \quad U_C = \sqrt{U_Z^2 - U_R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{U_C}{U_R} \quad \cos \varphi = \frac{U_R}{U_Z} \quad \sin \varphi = \frac{U_C}{U_Z}$$

Alle Spannungen in V

Widerstände:

$$Z^2 = R^2 + X_C^2 \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

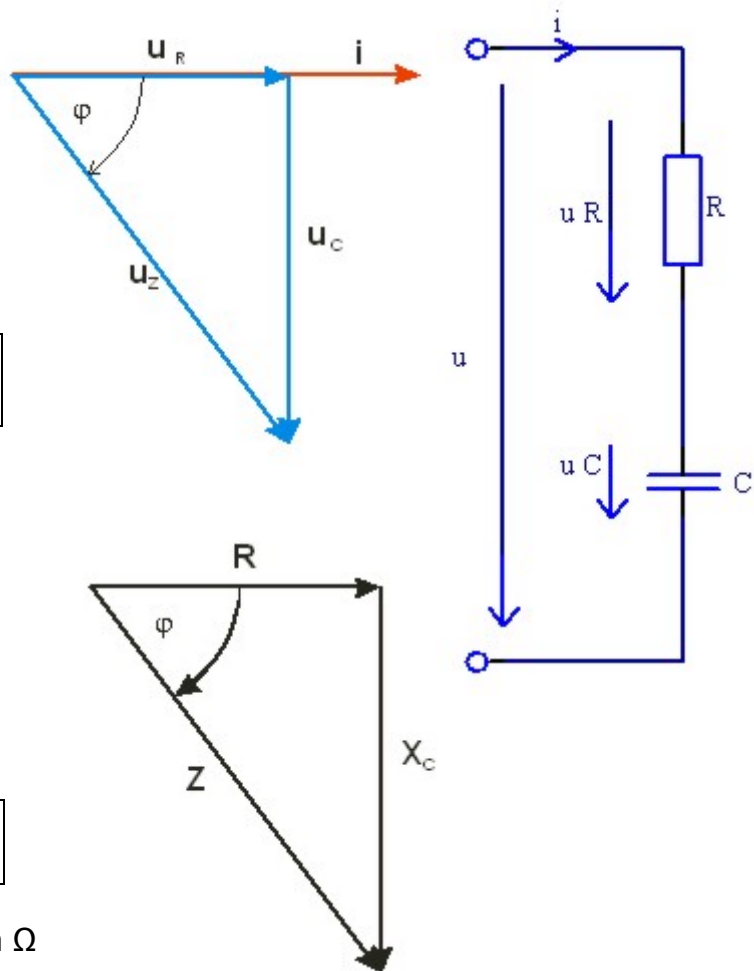
$$R = \sqrt{Z^2 - X_C^2} \quad X_C = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_C}{R} \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z} \quad \sin \varphi = \frac{X_C}{Z}$$

Z = Scheinwiderstand (Impedanz) in Ω

R = Wirkwiderstand in Ω

X_C = kap. Blindwiderstand in Ω



Leistung:

$$S^2 = P^2 + Q_C^2 \quad S = \sqrt{P^2 + Q_C^2} \quad P = \sqrt{S^2 - Q_C^2}$$

$$Q_C = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \tan \varphi = \frac{Q_C}{P} \quad \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad \sin \varphi = \frac{Q_C}{S}$$

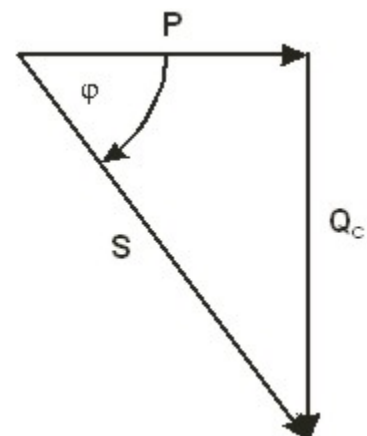
$$S = \frac{U_Z^2}{Z} = I^2 \cdot Z \quad P = \frac{U_R^2}{R} = I^2 \cdot R \quad Q_C = \frac{U_C^2}{X_L} = I^2 \cdot X_C$$

S = Scheinleistung in VA

Q_C = Blindleistung in var

P = Wirkleistung in W

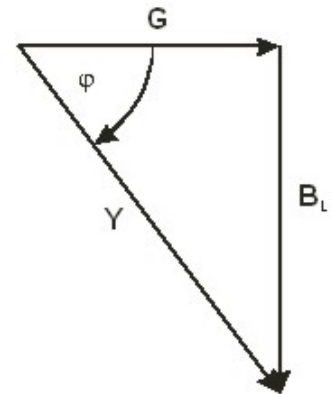
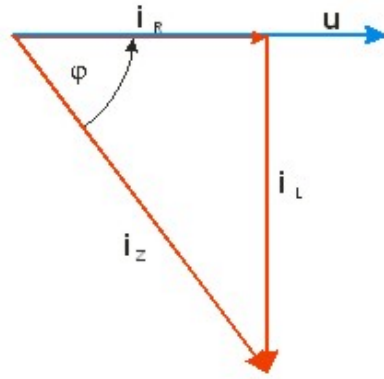
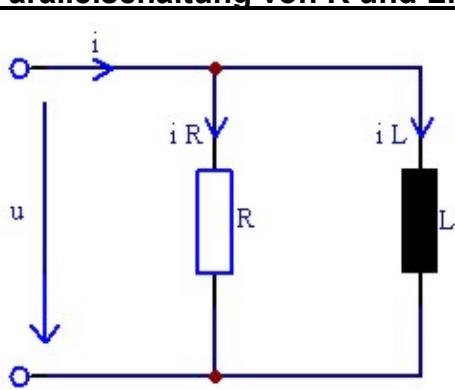
$\cos \varphi$ = Leistungsfaktor



Beachte:

- Der Strom i ist in der Reihenschaltung überall gleich.
- Am Widerstand sind Spannung und Strom phasengleich
- Am Kondensator sind Spannung und Strom um -90° phasenverschoben.
 \Rightarrow i eilt u_C um 90° vor

Parallelschaltung von R und L:



Ströme:

$$I_Z^2 = I_R^2 + I_L^2$$

$$I_Z = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$I_R = \sqrt{I_Z^2 - I_L^2}$$

$$I_L = \sqrt{I_Z^2 - I_R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{I_L}{I_R}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I_Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{I_L}{I_Z}$$

Alle Ströme in A

Leitwerte (Widerstände):

$$Y^2 = G^2 + B_L^2$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}$$

$$G = \sqrt{Y^2 - B_L^2}$$

$$B_L = \sqrt{Y^2 - G^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{B_L}{G} = \frac{R}{X_L}$$

$$\cos \varphi = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R}$$

$$\sin \varphi = \frac{B_L}{Y} = \frac{Z}{X_L}$$

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$G = \frac{1}{R}$$

$$B_L = \frac{1}{X_L}$$

Y = Blindleitwert in S

G = Wirkleitwert in S

B_L = ind. Blindleitwert in S

Leistung:

$$S^2 = P^2 + Q_L^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q_L^2}$$

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q_L}{P}$$

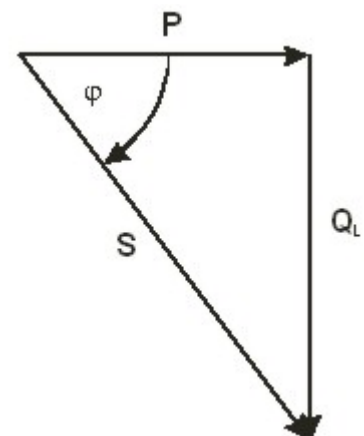
$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_L}{S}$$

$$S = \frac{U^2}{Z} = I_Z^2 \cdot Z$$

$$P = \frac{U^2}{R} = I_R^2 \cdot R$$

$$Q_L = \frac{U^2}{X_L} = I_L^2 \cdot X_L$$



S = Scheinleistung in VA

Q_L = Blindleistung in var

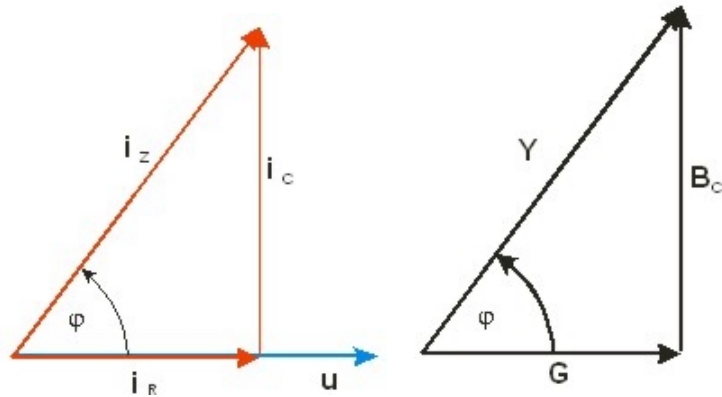
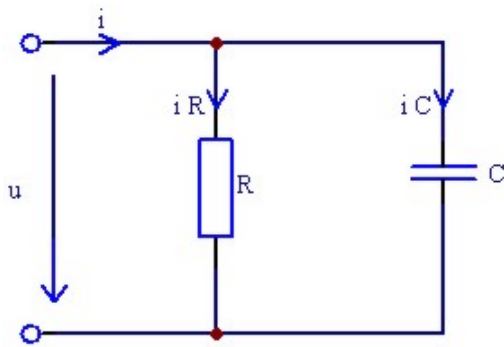
P = Wirkleistung in W

cos φ = Leistungsfaktor

Beachte:

- Die Spannung u ist in der Parallelschaltung überall gleich.
- Am Widerstand sind Strom und Spannung phasengleich
- An der Spule sind Strom und Spannung um +90° phasenverschoben.
⇒ i eilt u_L um 90° nach

Parallelschaltung von R und C:



Ströme:

$$I_Z^2 = I_R^2 + I_C^2$$

$$I_Z = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$I_R = \sqrt{I_Z^2 - I_C^2}$$

$$I_C = \sqrt{I_Z^2 - I_R^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{I_C}{I_R}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I_Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{I_C}{I_Z}$$

Alle Ströme in A

Widerstände:

$$Y^2 = G^2 + B_C^2$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2}$$

$$G = \sqrt{Y^2 - B_C^2}$$

$$B_C = \sqrt{Y^2 - G^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{B_C}{G} = \frac{R}{X_C}$$

$$\cos \varphi = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R}$$

$$\sin \varphi = \frac{B_C}{Y} = \frac{Z}{X_C}$$

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$G = \frac{1}{R}$$

$$B_C = \frac{1}{X_C}$$

Y = Blindleitwert in S

G = Wirkleitwert in S

B_C = kap. Blindleitwert in S

Leistung:

$$S^2 = P^2 + Q_C^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q_C^2}$$

$$Q_C = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q_C}{P}$$

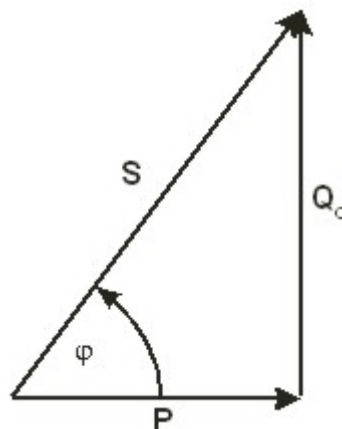
$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_C}{S}$$

$$S = \frac{U^2}{Z} = I_Z^2 \cdot Z$$

$$P = \frac{U^2}{R} = I_R^2 \cdot R$$

$$Q_C = \frac{U^2}{X_C} = I_C^2 \cdot X_C$$



S = Scheinleistung in VA

Q_C = Blindleistung in var

P = Wirkleistung in W

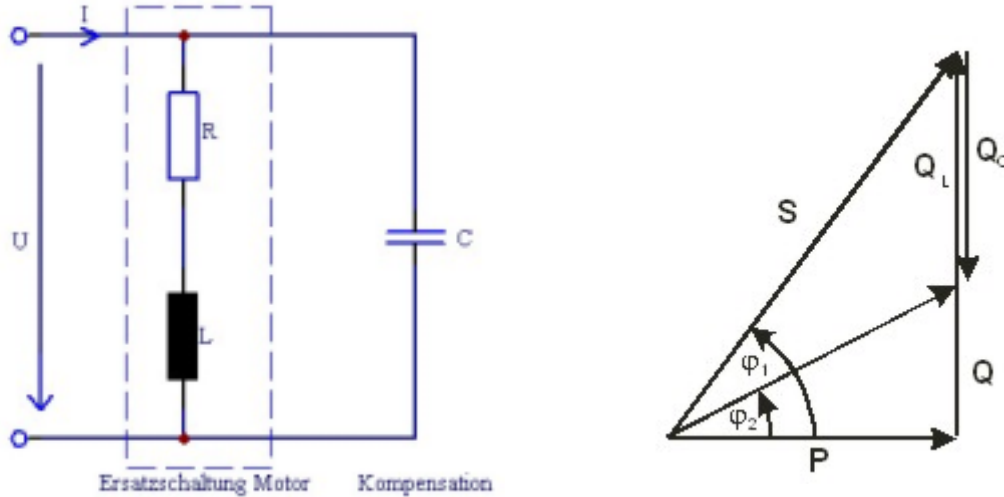
cos φ = Leistungsfaktor

Beachte:

- Die Spannung u ist in der Parallelschaltung überall gleich.
- Am Widerstand sind Spannung und Strom phasengleich
- Am Kondensator sind Spannung und Strom um -90° phasenverschoben.
⇒ i eilt u_C um 90° vor

Blindleistungs-Kompensation:

Bei stark induktivlastigen Verbrauchern, z.B. Motoren wird durch Zuschaltung einer Kapazität erreicht, dass die Blindleistung (=Energie) anstatt ins Netz zum größten Teil in den Kondensator geführt wird. Sie pendelt nun ständig zwischen Kapazität und Induktivität hin und her.



Vor Kompensation gilt: $Q = Q_L$

$$Q_L = P \cdot \tan \varphi_1$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{Q_L}{P}$$

$$P = \frac{Q_L}{\tan \varphi_1}$$

Nach Kompensation gilt: $Q = Q_L - Q_C$

$$Q = P \cdot \tan \varphi_2$$

$$\tan \varphi_2 = \frac{Q}{P}$$

$$P = \frac{Q}{\tan \varphi_2}$$

$$C = \frac{P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)}{U^2 \cdot \omega}$$

$$P = \frac{C \cdot U^2 \cdot \omega}{(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)}$$

$$U = \sqrt{\frac{P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)}{C \cdot \omega}}$$

$$\tan \varphi_2 = \tan \varphi_1 - \left(\frac{C \cdot U^2 \cdot \omega}{P} \right)$$

$$\tan \varphi_1 = \left(\frac{C \cdot U^2 \cdot \omega}{P} \right) + \tan \varphi_2$$

$$\omega = \frac{P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)}{U^2 \cdot C}$$

- Q_L = induktive Blindleistung in var
- Q_C = kapazitive Blindleistung in var
- Q = Blindleistung nach Kompensation in var
- P = Wirkleistung in W
- φ_1 = Phasenwinkel vor der Kompensation
- φ_2 = Phasenwinkel nach der Kompensation
- C = Kapazität in F
- U = Spannung in V
- ω = Kreisfrequenz in Hz