

AC

IMPEDANSBEGREBET

- SPOLEN

- Faseforskydning mellem I og U
- Eksempel:

R, X og Z

I og U

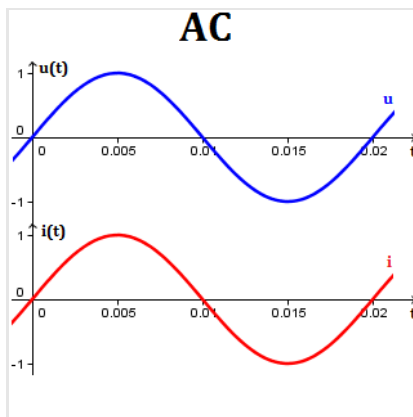
P, Q og S

Diagrammer



AAMS

Aarhus Maskinmesterskole
Aarhus School of Marine and Technical Engineering

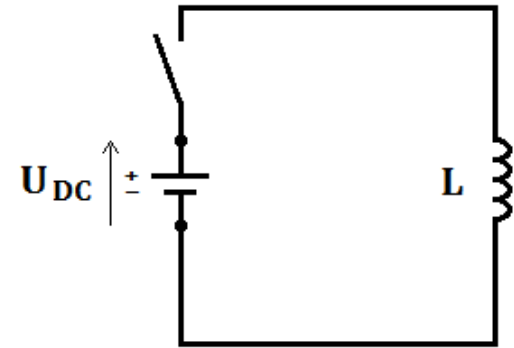


KELD DÝRMOSE

AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

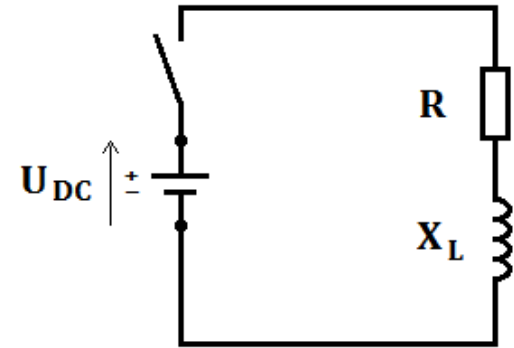
En spole består egentlig af en resistiv del (R) og en ideel reaktiv del (X_L)



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

En spole består egentlig af en resistiv del (R) og en ideel reaktiv del (X_L)



AC Impedansbegrebet

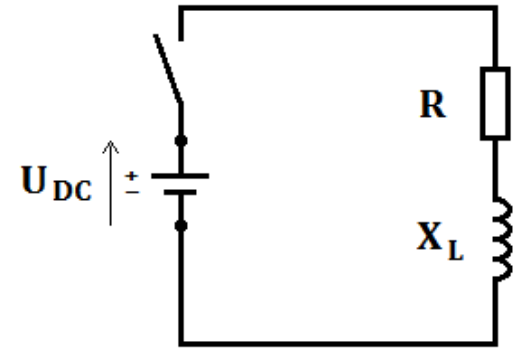
Spolens faseforskydning:

En spole består egentlig af en resistiv del (R) og en ideel reaktiv del (X_L)

Umiddelbart efter vi slutter kontakten i DC kredsløbet her til højre, vil hele klemspændingen ligge sig over spolens reaktive del, fordi spolen selvinducere en stor elektromotorisk kraft:

$$e_s = -\frac{d\Phi}{dt} \cdot N \quad \text{eller} \quad e_s = -\frac{di}{dt} \cdot L$$

(se evt. videoer om spolen påtrykt DC spænding)



AC Impedansbegrebet

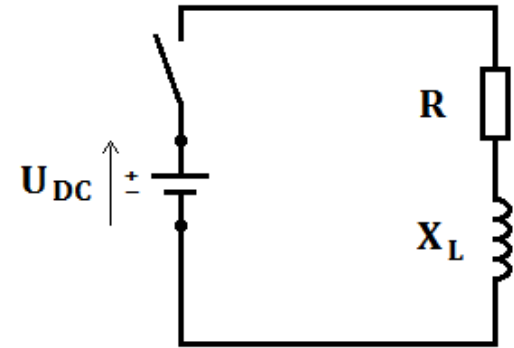
Spolens faseforskydning:

En spole består egentlig af en resistiv del (R) og en ideel reaktiv del (X_L)

Umiddelbart efter vi slutter kontakten i DC kredsløbet her til højre, vil hele klemspændingen ligge sig over spolens reaktive del, fordi spolen selvinducere en stor elektromotorisk kraft:

$$e_s = -\frac{d\Phi}{dt} \cdot N \quad \text{eller} \quad e_s = -\frac{di}{dt} \cdot L$$

Strømmen i en spole må derfor være 0 A, når spændingen over den er maksimal



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

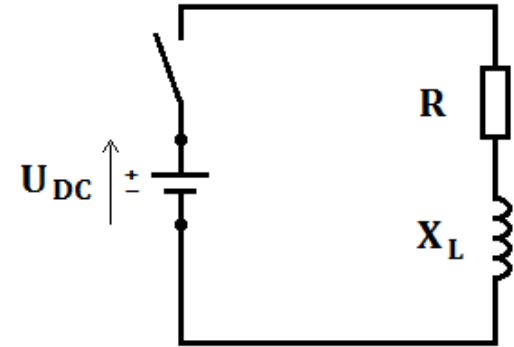
En spole består egentlig af en resistiv del (R) og en ideel reaktiv del (X_L)

Umiddelbart efter vi slutter kontakten i DC kredsløbet her til højre, vil hele klemspændingen ligge sig over spolens reaktive del, fordi spolen selvinducere en stor elektromotorisk kraft:

$$e_s = -\frac{d\Phi}{dt} \cdot N \quad \text{eller} \quad e_s = -\frac{di}{dt} \cdot L$$

Strømmen i en spole må derfor være 0 A, når spændingen over den er maksimal

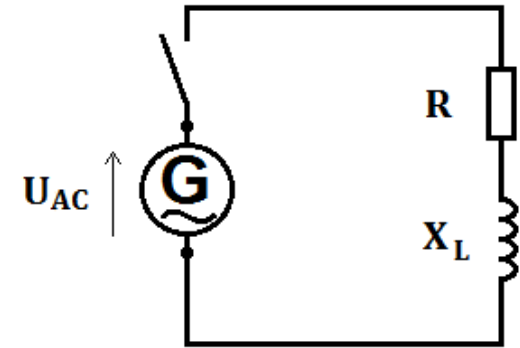
Strømmen vil herefter vokse og være maksimal når spændingen over den er 0 V



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

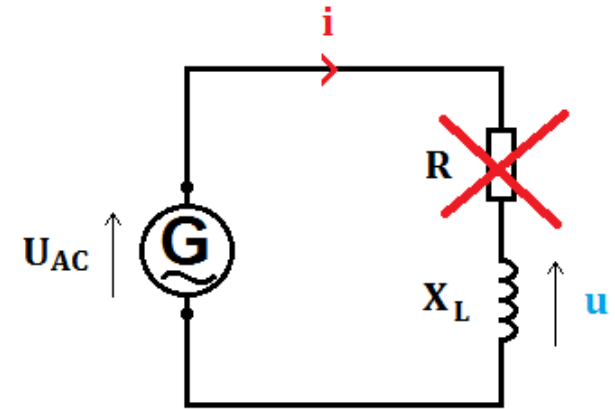
Hvis vi nu overfører dette princip til en spole påtrykt en AC spænding,



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

Hvis vi nu overfører dette princip til en spole påtrykt en AC spænding, og samtidig forestiller os at spolen ingen resistans har, så må spolens ideelle del (reaktive del) altså hele tiden gennemløbes af en strøm som er 90 grader bagud ift. påtrykte spænding.

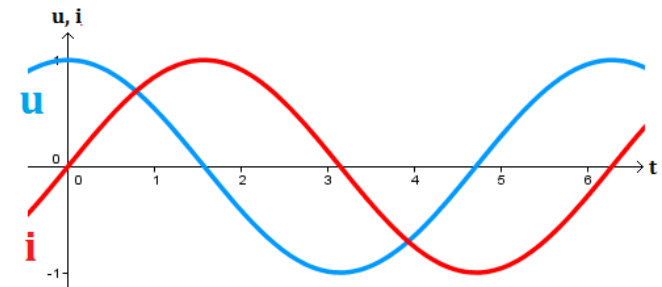
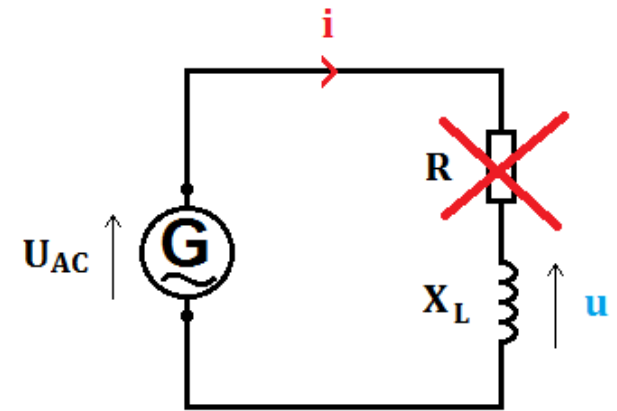


AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

Hvis vi nu overfører dette princip til en spole påtrykt en AC spænding, og samtidig forestiller os at spolen ingen resistans har, så må spolens ideelle del (reaktive del) altså hele tiden gennemløbes af en strøm som er 90 grader bagud ift. påtrykte spænding.

Strømmen i en spole må derfor være 0 A, når spændingen over den er maksimal
Strømmen vil herefter vokse og være maksimal når spændingen over den er 0 V



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

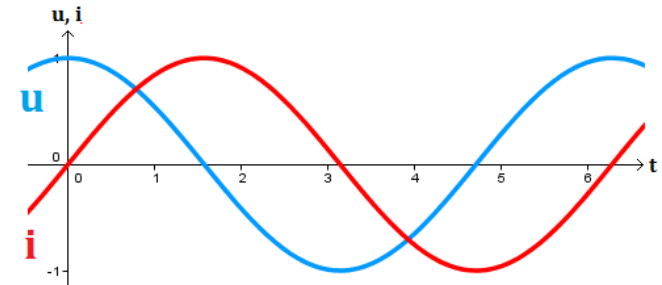
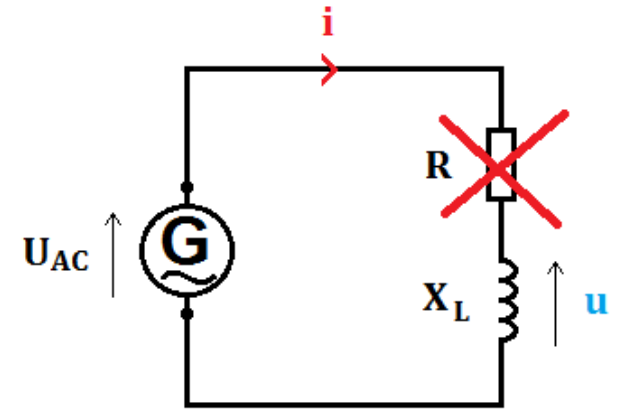
Hvis vi nu overfører dette princip til en spole påtrykt en AC spænding, og samtidig forestiller os at spolen ingen resistans har, så må spolens ideelle del (reaktive del) altså hele tiden gennemløbes af en strøm som er 90 grader bagud ift. påtrykte spænding.

Strømmen i en spole må derfor være 0 A, når spændingen over den er maksimal

Strømmen vil herefter vokse og være maksimal når spændingen over den er 0 V

Strøm og spænding i et kredsløb illustreres ofte med et vektordiagram, hvori strømvektorens placering altid er ift. spændingsvektoren.

En strøm der er 90 grader bagud (som her), skal altså vises som her til højre:



AC Impedansbegrebet

Spolens faseforskydning:

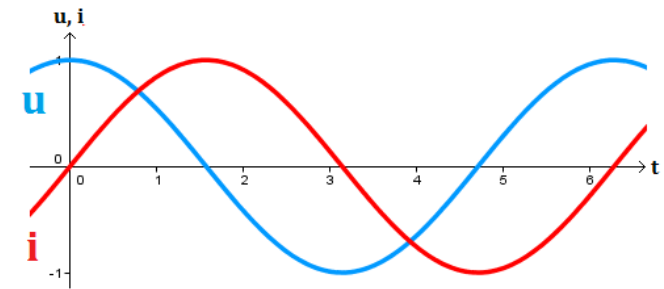
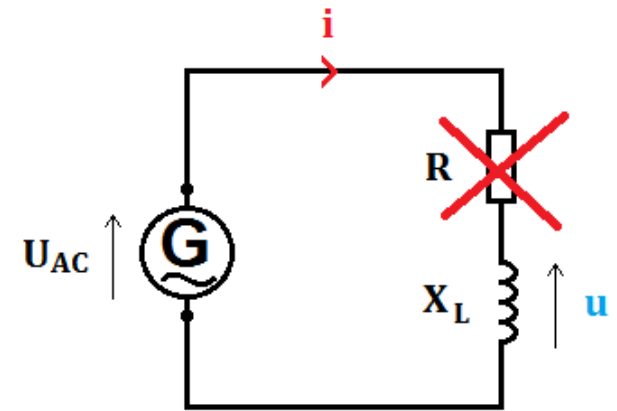
Hvis vi nu overfører dette princip til en spole påtrykt en AC spænding, og samtidig forestiller os at spolen ingen resistans har, så må spolens ideelle del (reaktive del) altså hele tiden gennemløbes af en strøm som er 90 grader bagud ift. påtrykte spænding.

Strømmen i en spole må derfor være 0 A, når spændingen over den er maksimal

Strømmen vil herefter vokse og være maksimal når spændingen over den er 0 V

Strøm og spænding i et kredsløb illustreres ofte med et vektordiagram, hvori strømvektorens placering altid er ift. spændingsvektoren.

En strøm der er 90 grader bagud (som her), skal altså vises som her til højre:



Vinkler regnes POSITIVE ← → Vinkler regnes NEGATIVE



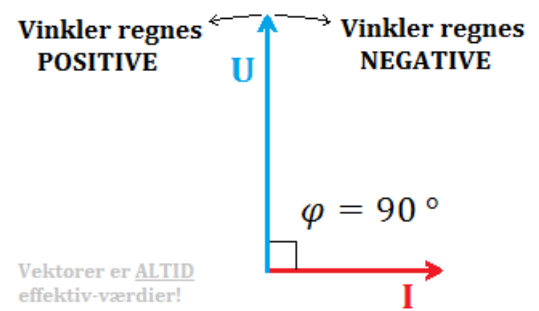
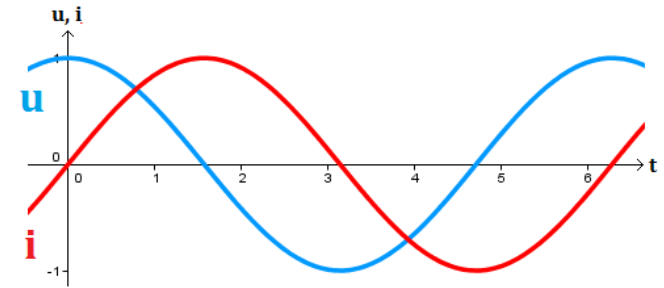
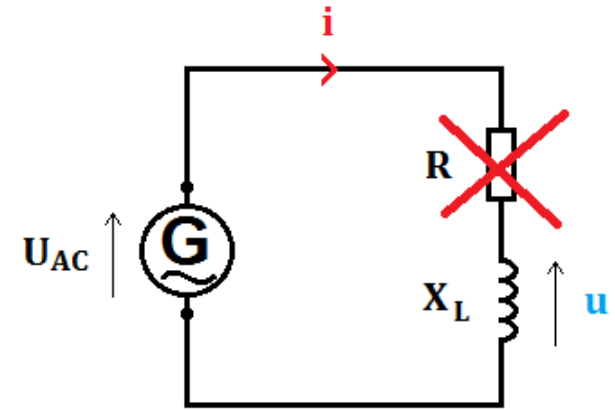
Vektorer er **ALTID** effektiv-værdier!

AC Impedansbegrebet

Spolens reaktans (X_L):

Denne modstand mod at feltet ændrer sig i en spole kaldes for spolens reaktans (X_L), og er årsagen til faseforskydningen. Reaktansen bestemmes af to ting:

- Spolens selvinduktionskoefficient / induktans (L)
- Spændingens frekvens (f)



AC Impedansbegrebet

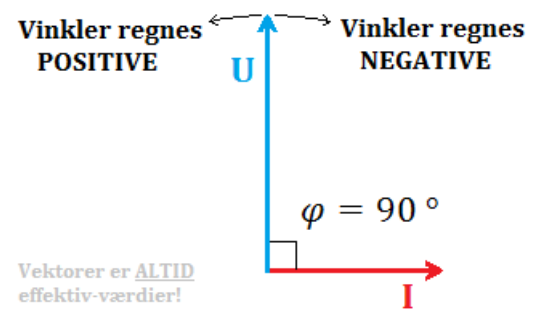
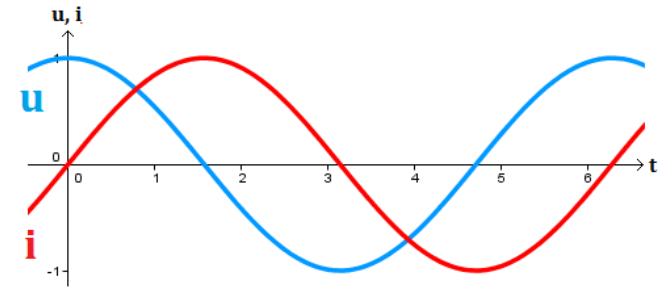
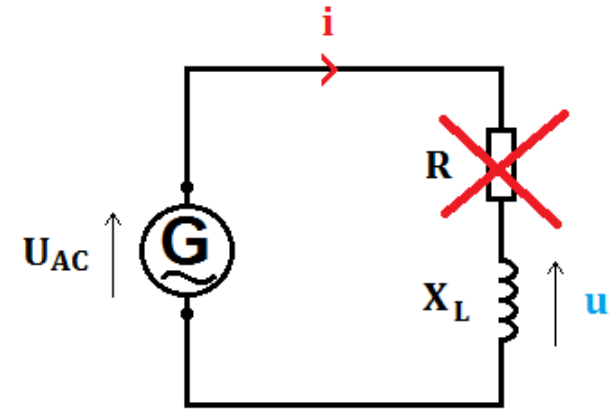
Spolens reaktans (X_L):

Denne modstand mod at feltet ændrer sig i en spole kaldes for spolens reaktans (X_L), og er årsagen til faseforskydningen. Reaktansen bestemmes af to ting:

- Spolens selvinduktionskoefficient / induktans (L)
- Spændingens frekvens (f)

På formel kan en spoles reaktans (induktiv reaktans) beskrives ved følgende sammenhæng:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega]$$



AC Impedansbegrebet

Spolens reaktans (X_L):

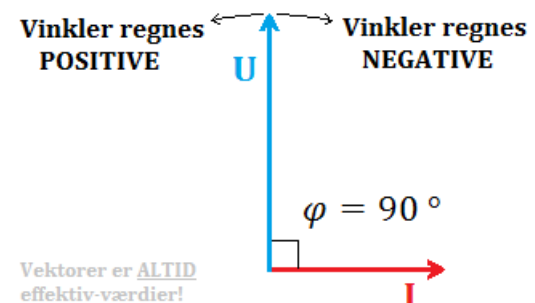
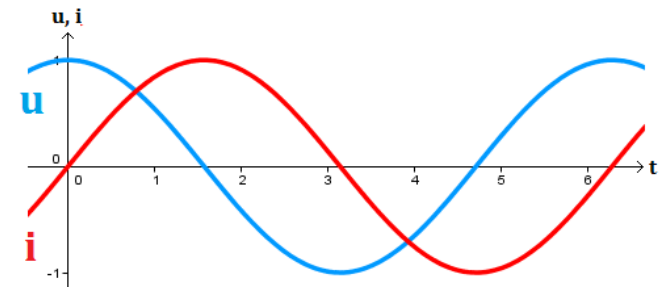
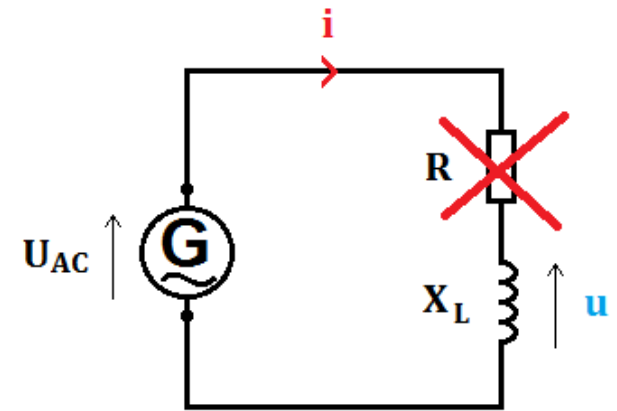
Denne modstand mod at feltet ændrer sig i en spole kaldes for spolens reaktans (X_L), og er årsagen til faseforskydningen. Reaktansen bestemmes af to ting:

- Spolens selvinduktionskoefficient / induktans (L)
- Spændingens frekvens (f)

På formel kan en spoles reaktans (induktiv reaktans) beskrives ved følgende sammenhæng:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega]$$

Jo bedre spolen er til at selvinducere en spænding over sig (L), og jo oftere man "tænder og slukker" (f), jo mindre vil strømmens effektive værdi være fordi denne strøm derfor ikke "kan nå" at vokse så meget



AC Impedansbegrebet

Den ideelle spoles optagne strøm:

Denne modstand mod at feltet ændrer sig i en spole kaldes for spolens reaktans (X_L), og er årsagen til faseforskydningen. Reaktansen bestemmes af to ting:

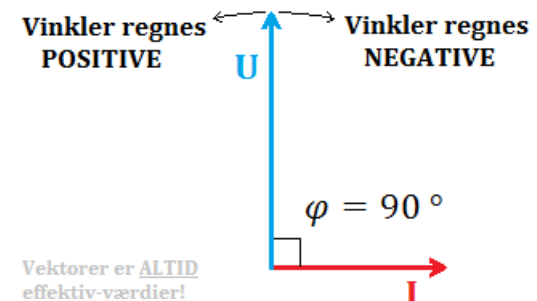
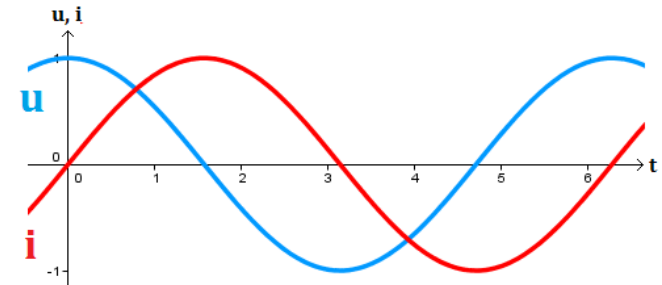
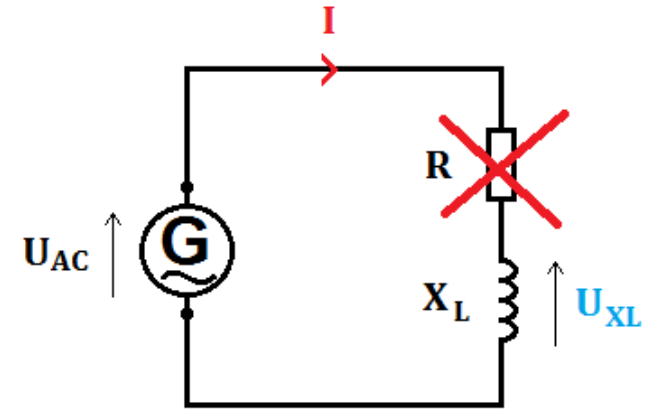
- Spolens selvinduktionskoefficient / induktans (L)
- Spændingens frekvens (f)

På formel kan en spoles reaktans (induktiv reaktans) beskrives ved følgende sammenhæng:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega]$$

Størrelsen af strømmens effektive værdi (I) i kredsen her til højre kan beregnes med Ohms lov:

$$I = \frac{U_{XL}}{X_L} \quad [A] \quad (\text{gælder kun når kreds er tabsfri})$$



AC Impedansbegrebet

Den reelle Spole eksemplificeret:

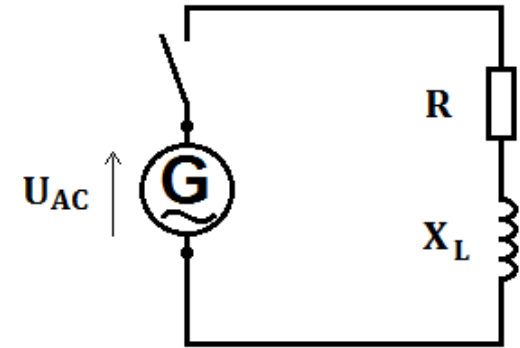
Men nu har en spole jo en resistiv del, så lad mig illustrere hvordan dette håndteres med et eksempel.

$$U_{AC} = 230 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 30 \ \Omega$$

$$L = 70 \text{ mH}$$



AC Impedansbegrebet

Den reelle Spole eksemplificeret:

Men nu har en spole jo en resistiv del, så lad mig illustrere hvordan dette håndteres med et eksempel.

$$U_{AC} = 230 \text{ V}$$

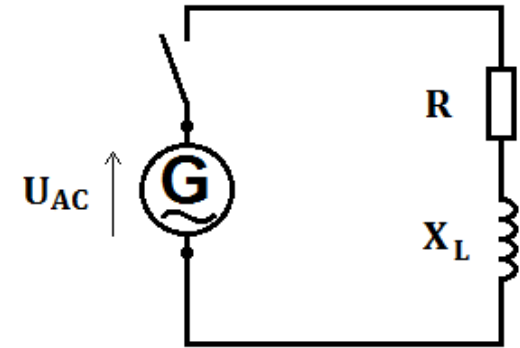
$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 30 \ \Omega$$

$$L = 70 \text{ mH}$$

Spolens reaktans beregnes:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad \Rightarrow$$



AC Impedansbegrebet

Den reelle Spole eksemplificeret:

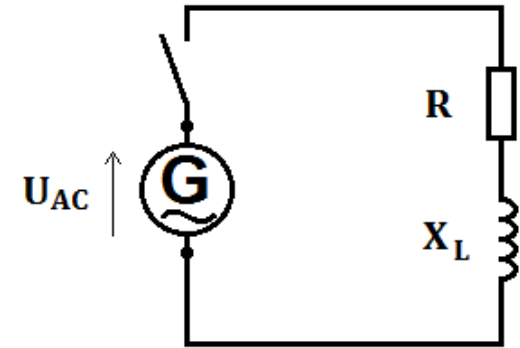
Men nu har en spole jo en resistiv del, så lad mig illustrere hvordan dette håndteres med et eksempel.

$$U_{AC} = 230 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = 30 \ \Omega$$

$$L = 70 \text{ mH}$$



Spolens reaktans beregnes:

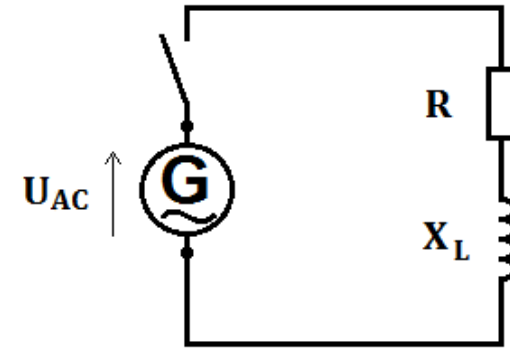
$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad \Rightarrow \quad X_L = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,07 \quad \Leftrightarrow$$

$$X_L = \mathbf{22 \ \Omega}$$

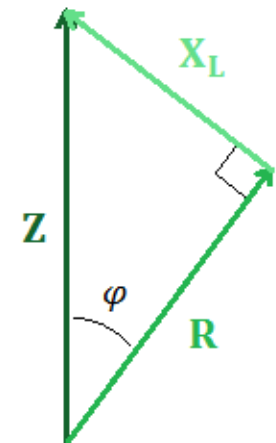
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:



Impedanstrekant:



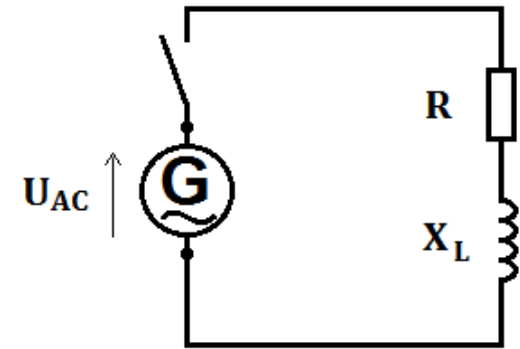
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

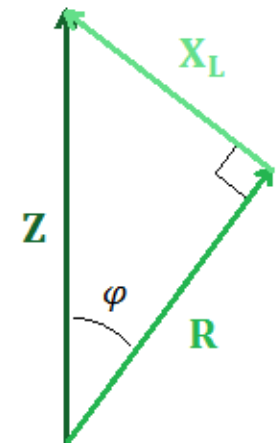
Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \Rightarrow$$



Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

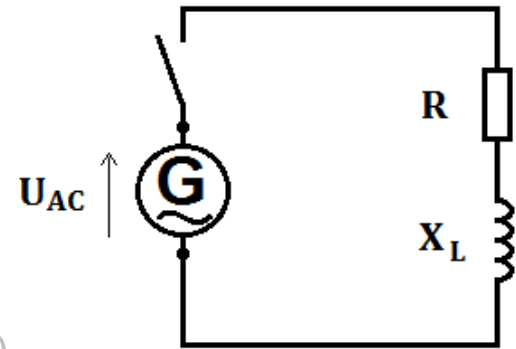
Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

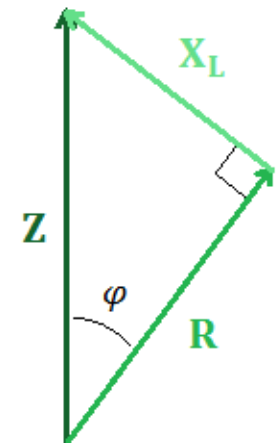
$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \quad \Rightarrow$$

$$Z \angle \varphi = (30 \angle 0) + (22 \angle 90) \quad \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ} \quad (\textit{kompleks polær form})$$



Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

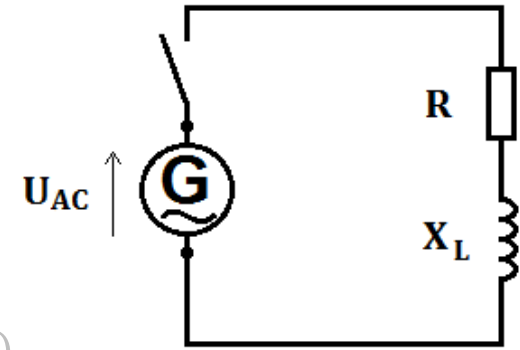
$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \Rightarrow$$

$$Z \angle \varphi = (30 \angle 0) + (22 \angle 90) \Leftrightarrow$$

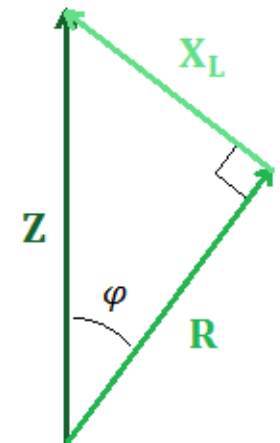
$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ} \quad (\textit{kompleks polær form})$$

- Kompleks rektangulær form:

$$Z \angle \varphi = (R + iX_L) \Rightarrow$$



Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \Rightarrow$$

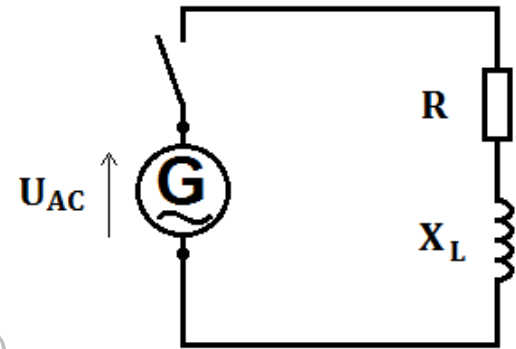
$$Z \angle \varphi = (30 \angle 0) + (22 \angle 90) \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ} \quad (\textit{kompleks polær form})$$

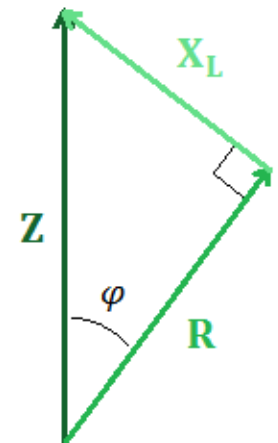
- Kompleks rektangulær form:

$$Z \angle \varphi = (R + iX_L) \Rightarrow Z \angle \varphi = (30 + i22) \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ}$$



Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \Rightarrow$$

$$Z \angle \varphi = (30 \angle 0) + (22 \angle 90) \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ} \quad (\text{kompleks polær form})$$

- Kompleks rektangulær

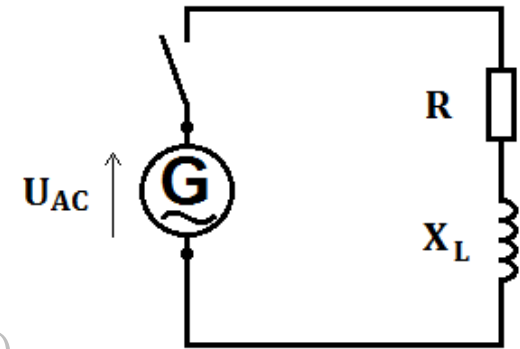
$$\text{form: } Z \angle \varphi = (R + iX_L) \Rightarrow$$

$$Z \angle \varphi = (30 + i22) \Leftrightarrow$$

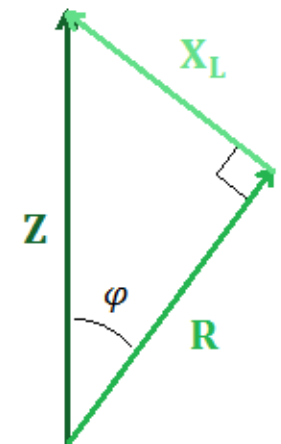
$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ}$$

- Trigonometrisk (Pythagoras):

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \Rightarrow Z = \sqrt{30^2 + 22^2} \Leftrightarrow Z = \mathbf{37,2 \Omega}$$



Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega$$

Spolens impedans kan nu beregnes på flere måder:

- Som vektorer:

$$Z \angle \varphi = (R \angle 0) + (X_L \angle 90) \Rightarrow$$

$$Z \angle \varphi = (30 \angle 0) + (22 \angle 90) \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ} \quad (\textit{kompleks polær form})$$

- Kompleks rektangulær form:

$$Z \angle \varphi = (R + iX_L) \Rightarrow$$

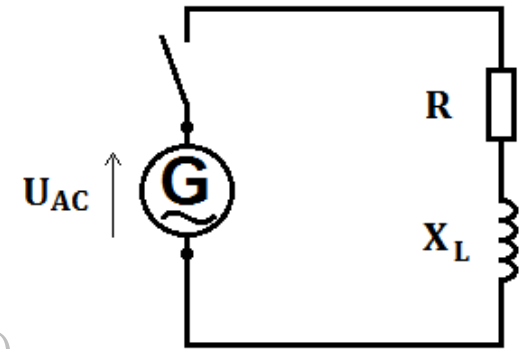
$$Z \angle \varphi = (30 + i22) \Leftrightarrow$$

$$Z \angle \varphi = \mathbf{37,2 \Omega \angle 36,3^\circ}$$

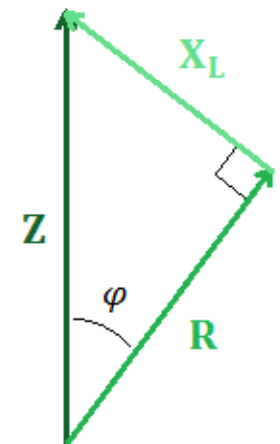
- Trigonometrisk (Pythagoras):

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \Rightarrow Z = \sqrt{30^2 + 22^2} \Leftrightarrow Z = \mathbf{37,2 \Omega}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right) \Rightarrow \varphi = \tan^{-1} \left(\frac{22}{30} \right) \Rightarrow \varphi = \mathbf{36,3^\circ}$$



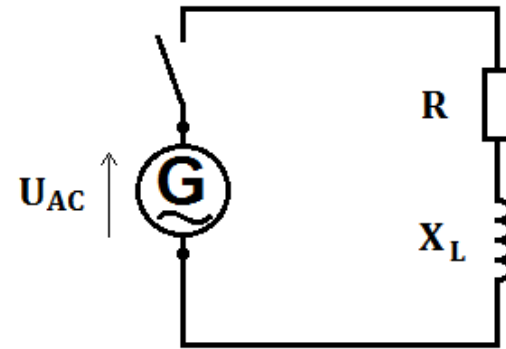
Impedanstrekant:



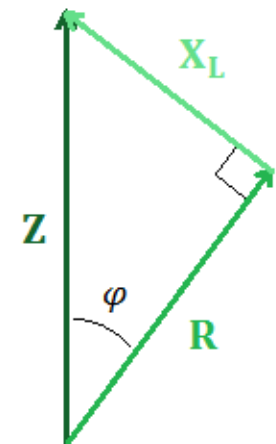
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \, \Omega, \quad R = 30 \, \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \, \Omega \angle 36,3^\circ$$

Hvis kredsen slutes vil der løbe en strøm i kredsen, som er faseforskudt med netop samme vinkel φ ift. den på kredsen påtrykte spænding.



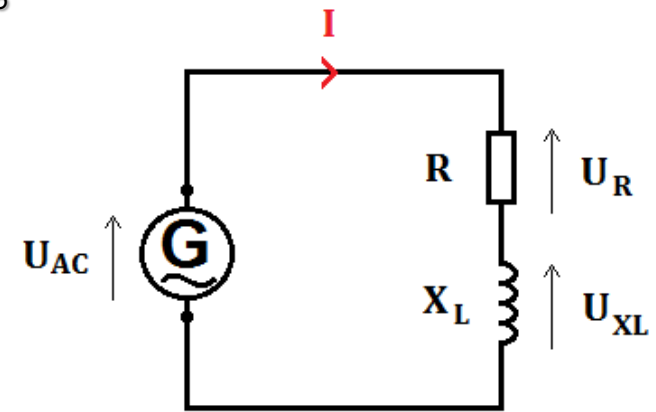
Impedanstrekant:



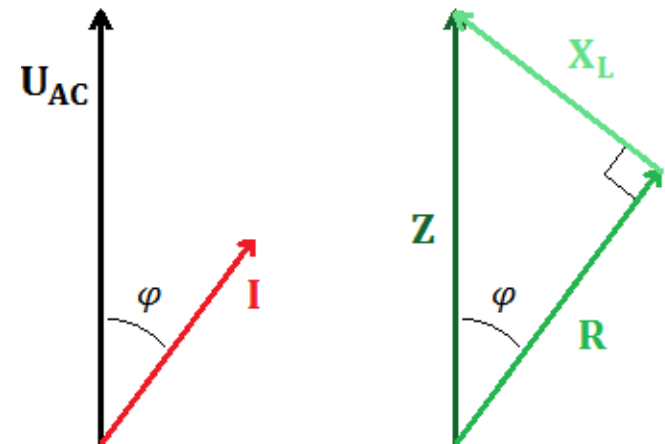
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

Hvis kredsen slutes vil der løbe en strøm i kredsen, som er faseforskudt med netop samme vinkel φ ift. den på kredsen påtrykte spænding.



Vektordiagram: Impedanstrekant:



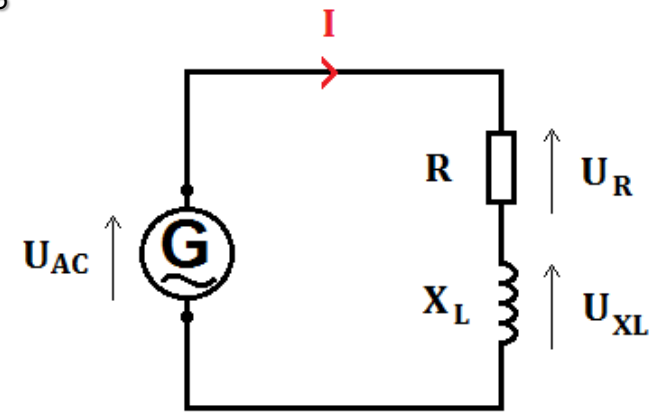
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

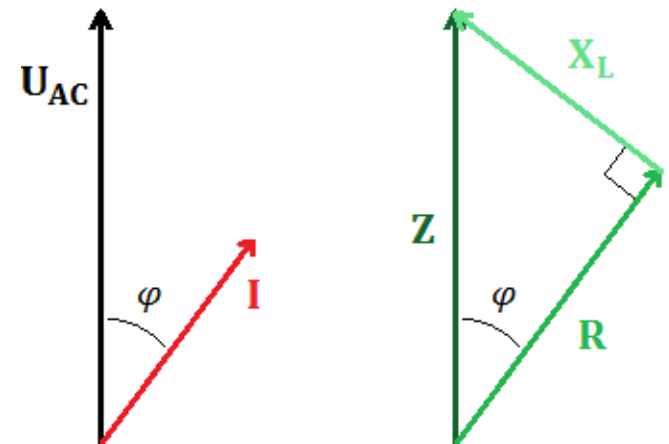
Hvis kredsen slutes vil der løbe en strøm i kredsen, som er faseforskudt med netop samme vinkel φ ift. den på kredsen påtrykte spænding.

Strømmens størrelse:

$$I = \frac{U_{AC}}{Z} \Rightarrow I = \frac{230}{37,2} \Leftrightarrow I = 6,18 \text{ A}$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

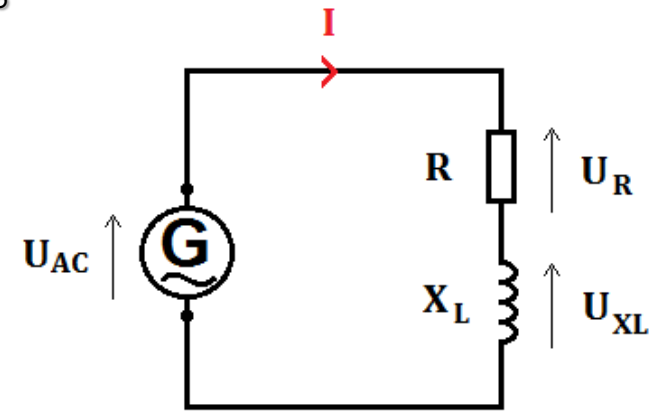
Hvis kredsen slutes vil der løbe en strøm i kredsen, som er faseforskudt med netop samme vinkel φ ift. den på kredsen påtrykte spænding.

Strømmens størrelse:

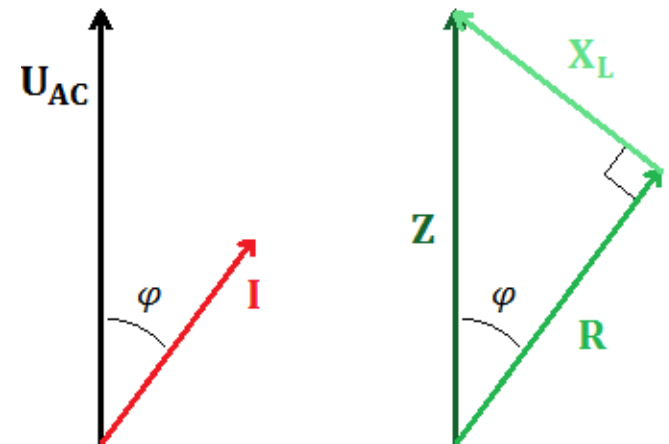
$$I = \frac{U_{AC}}{Z} \Rightarrow I = \frac{230}{37,2} \Leftrightarrow I = 6,18 \text{ A}$$

Strømmen kunne man også have beregnet komplekst:

$$I \angle \varphi = \frac{U_{AC} \angle 0}{Z \angle \varphi}$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

Hvis kredsen slutes vil der løbe en strøm i kredsen, som er faseforskudt med netop samme vinkel φ ift. den på kredsen påtrykte spænding.

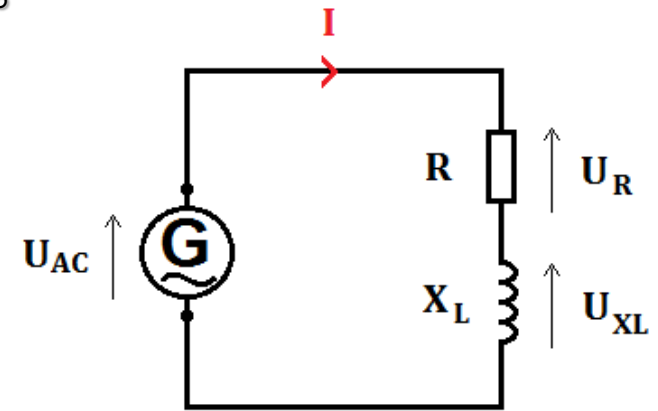
Strømmens størrelse:

$$I = \frac{U_{AC}}{Z} \Rightarrow I = \frac{230}{37,2} \Leftrightarrow I = 6,18 \text{ A}$$

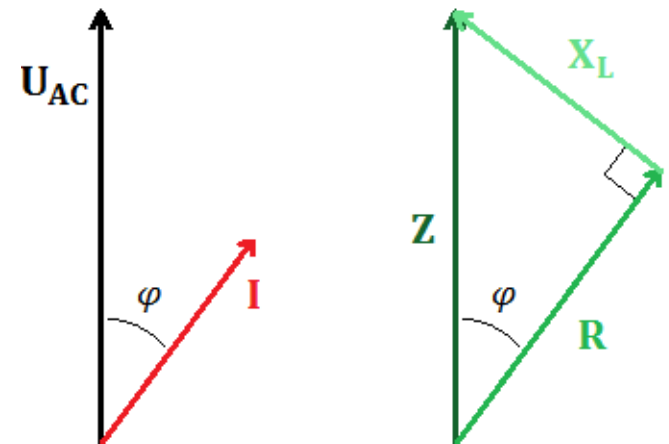
Strømmen kunne man også have beregnet komplekst:

$$I \angle \varphi = \frac{U_{AC} \angle 0}{Z \angle \varphi} \Rightarrow I \angle \varphi = \frac{230 \angle 0}{37,2 \angle 36,2}$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:

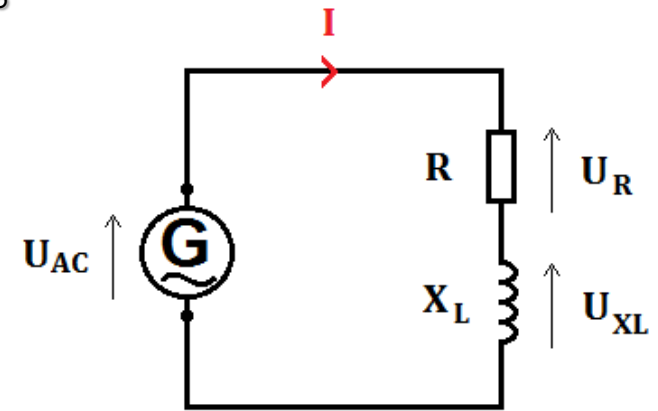


AC Impedansbegrebet

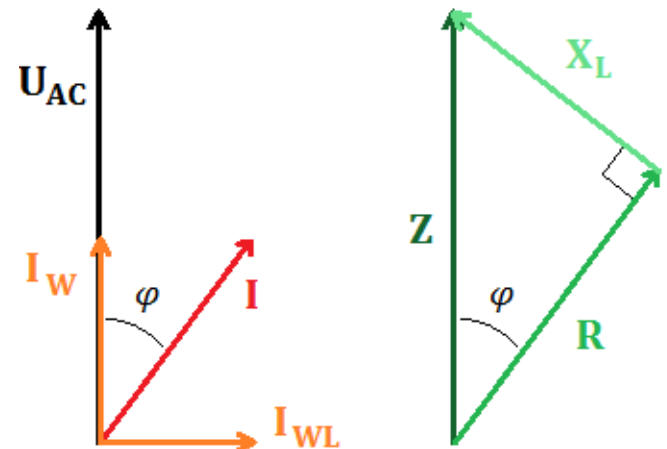
$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Denne strøm (I) kan opdeles i to komponenter, idet spolens resistive del siges at optage en wattstrøm (I_W), mens spolens reaktive del siges at optage en wattløs strøm (I_{WL})

$$\bar{I} = \bar{I}_W + \bar{I}_{WL}$$



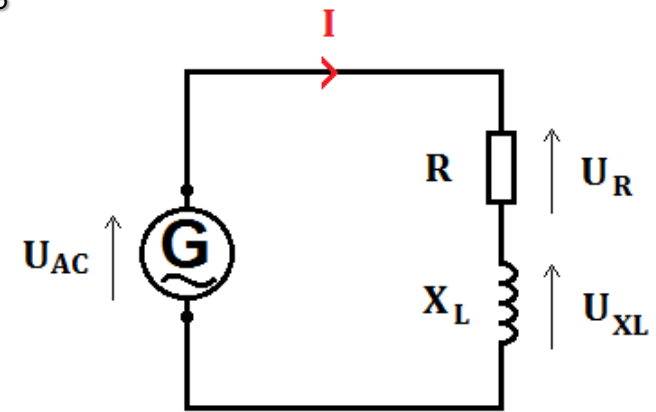
Vektordiagram: Impedanstrekant:



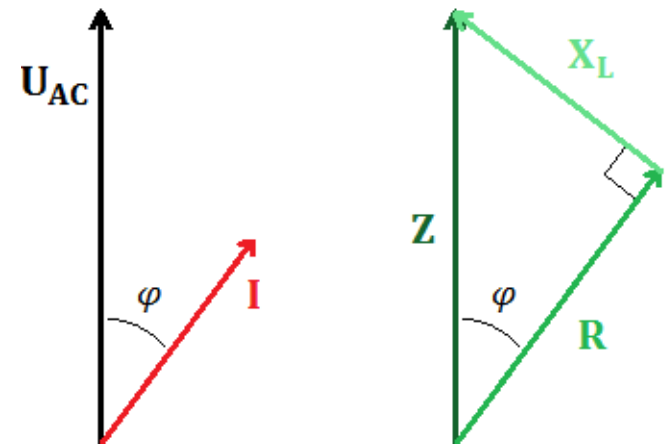
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:



Vektordiagram: Impedanstrekant:

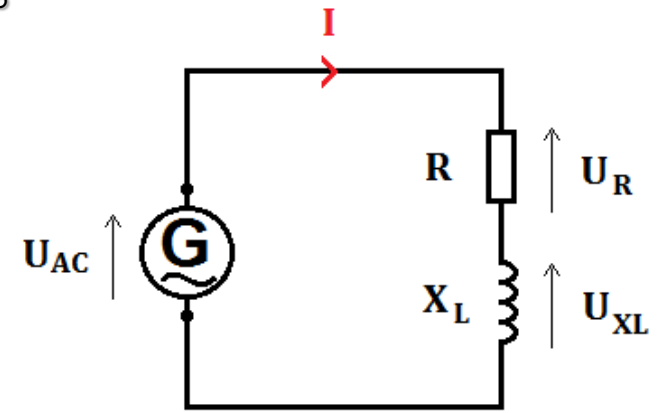


AC Impedansbegrebet

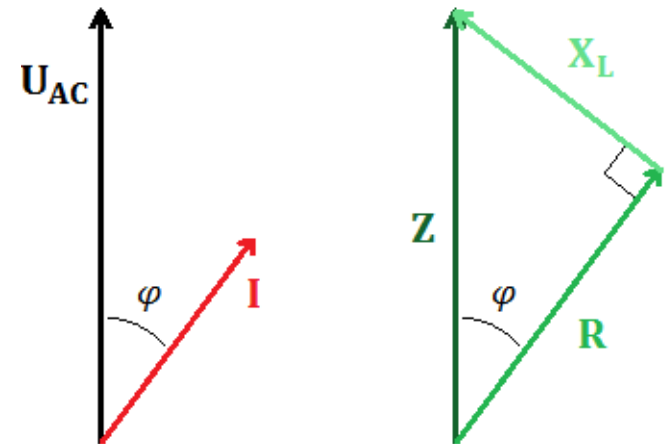
$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:

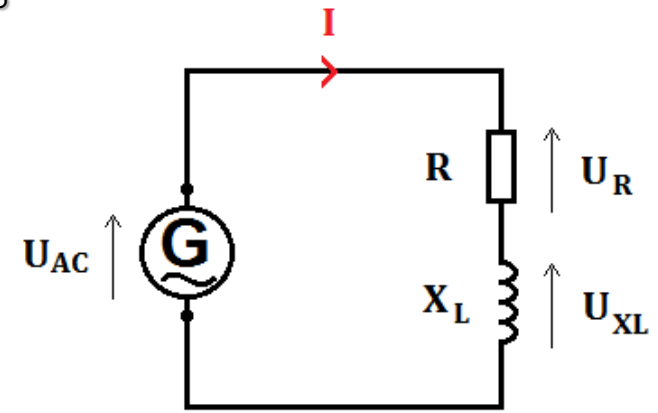


AC Impedansbegrebet

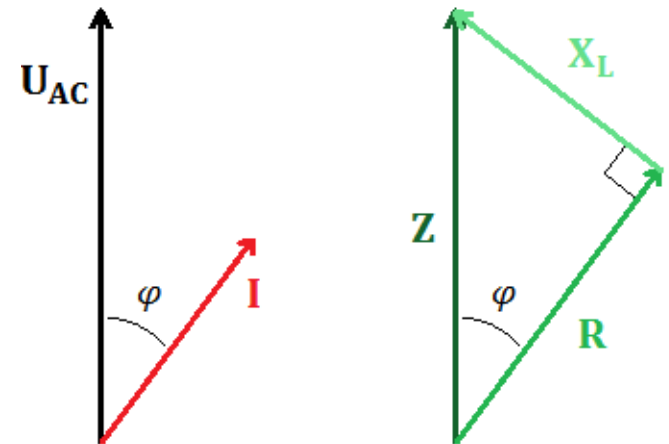
$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$
$$U_R = 6,18 \cdot 30 \quad \Leftrightarrow$$
$$U_R = \mathbf{185 \text{ V}}$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

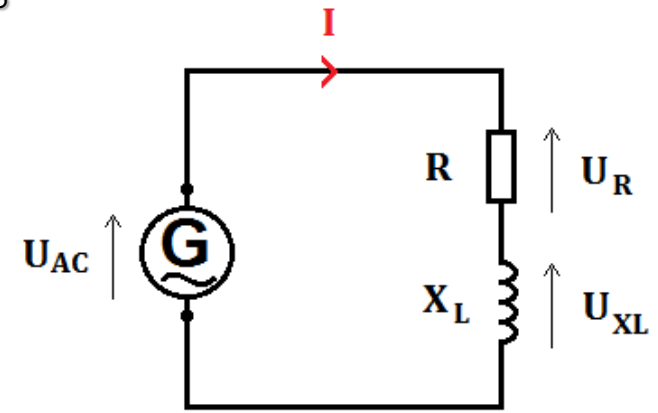
Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$

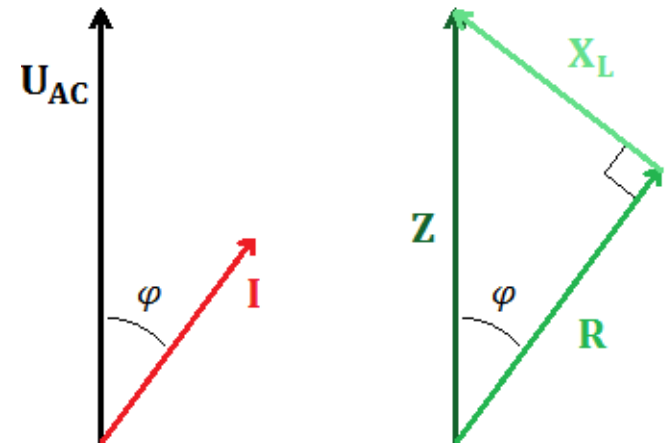
$$U_R = 6,18 \cdot 30 \quad \Leftrightarrow$$

$$U_R = \mathbf{185 \text{ V}}$$

$$U_{X_L} = I \cdot X_L \quad \Rightarrow$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



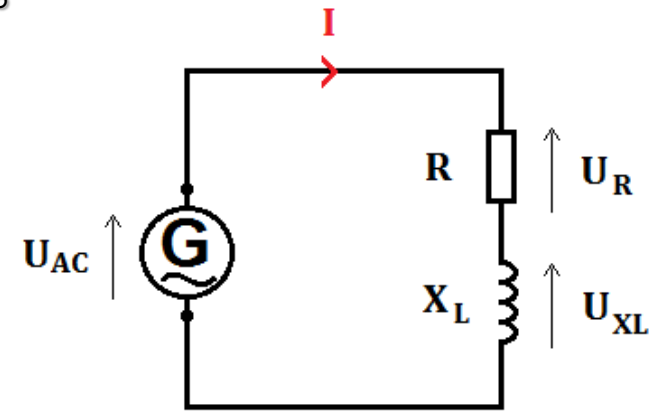
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

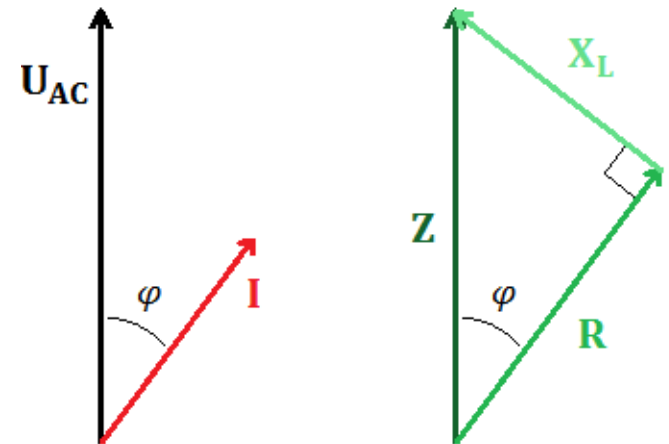
Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$
$$U_R = 6,18 \cdot 30 \quad \Leftrightarrow$$
$$U_R = \mathbf{185 \text{ V}}$$

$$U_{XL} = I \cdot X_L \quad \Rightarrow$$
$$U_{XL} = 6,18 \cdot 22 \quad \Leftrightarrow$$
$$U_{XL} = \mathbf{136 \text{ V}}$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \, \Omega, \quad R = 30 \, \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \, \Omega \angle 36,3^\circ$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \, A \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$

$$U_R = 6,18 \cdot 30 \quad \Leftrightarrow$$

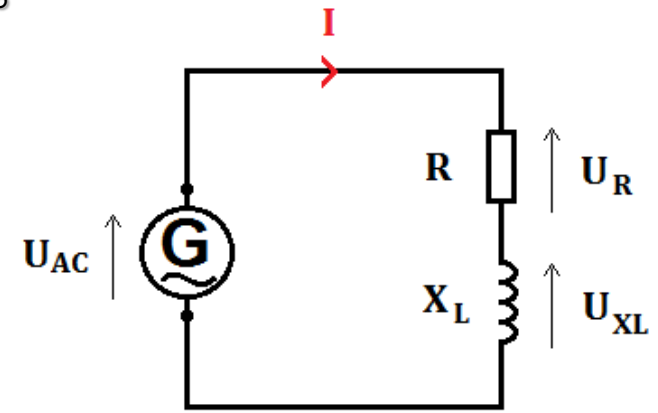
$$U_R = \mathbf{185 \, V}$$

$$U_{XL} = I \cdot X_L \quad \Rightarrow$$

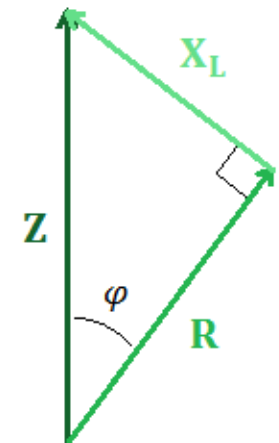
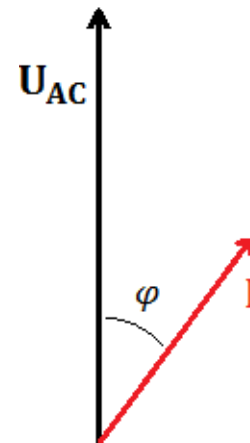
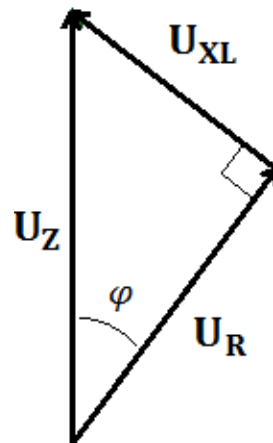
$$U_{XL} = 6,18 \cdot 22 \quad \Leftrightarrow$$

$$U_{XL} = \mathbf{136 \, V}$$

$$\bar{U}_Z = \bar{U}_R + \bar{U}_{XL} = 230 \, V$$



Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



AC Impedansbegrebet

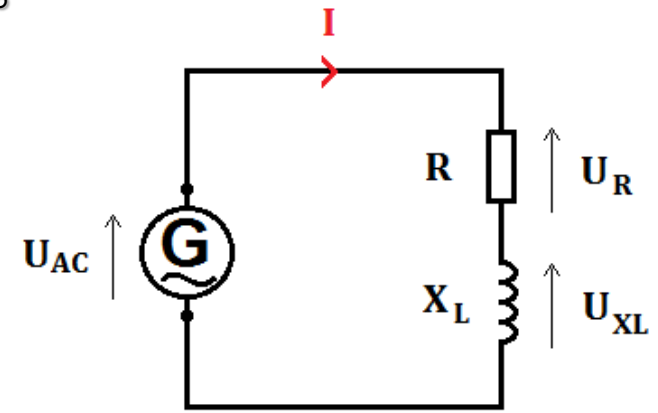
$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

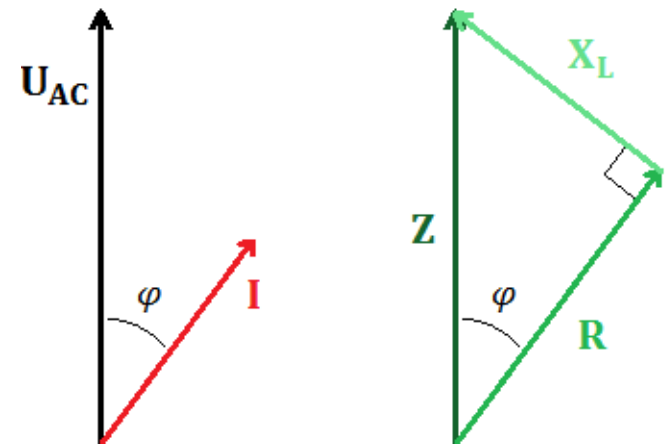
$$U_R = I \cdot R \quad \Rightarrow$$
$$U_R = 6,18 \cdot 30 \quad \Leftrightarrow$$
$$U_R = \mathbf{185 \text{ V}}$$

$$U_{XL} = I \cdot X_L \quad \Rightarrow$$
$$U_{XL} = 6,18 \cdot 22 \quad \Leftrightarrow$$
$$U_{XL} = \mathbf{136 \text{ V}}$$

$$\bar{U}_Z = \bar{U}_R + \bar{U}_{XL} \quad \Rightarrow$$
$$\bar{U}_Z = (185 \angle -36,3) + (136 \angle 90 - 36,3) \quad \Leftrightarrow$$
$$\bar{U}_Z = \mathbf{230 \text{ V} \angle 0^\circ}$$



Vektordiagram: Impedanstrekant:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

Spændingerne over hhv. spolens resistans (R) og spolens reaktans (X_L) kan beregnes med Ohms lov:

$$U_R = I \cdot R \Rightarrow$$

$$U_R = 6,18 \cdot 30 \Leftrightarrow$$

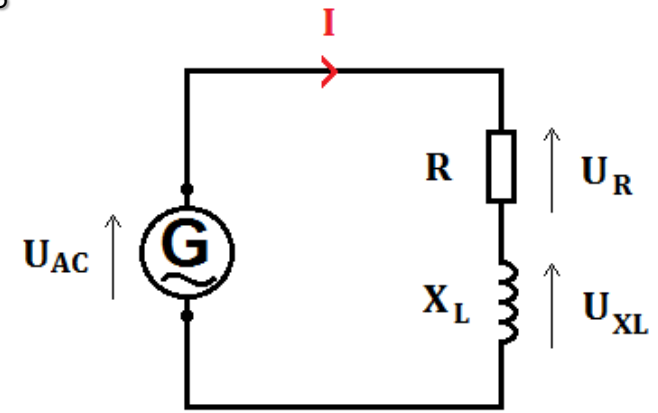
$$U_R = \mathbf{185 \text{ V}}$$

$$U_{XL} = I \cdot X_L \Rightarrow$$

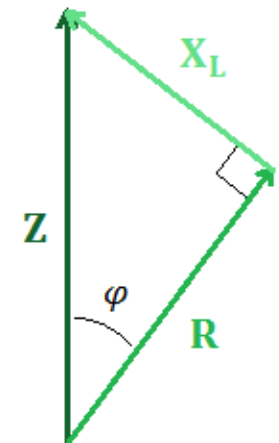
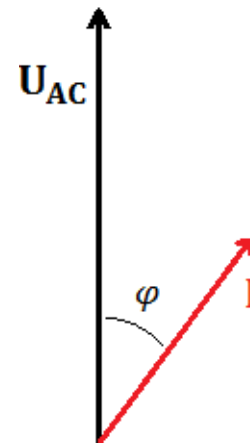
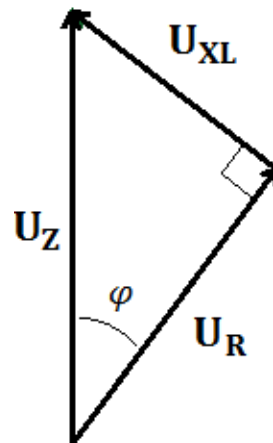
$$U_{XL} = 6,18 \cdot 22 \Leftrightarrow$$

$$U_{XL} = \mathbf{136 \text{ V}}$$

$$\bar{U}_Z = \bar{U}_R + \bar{U}_{XL} = 230 \text{ V}$$



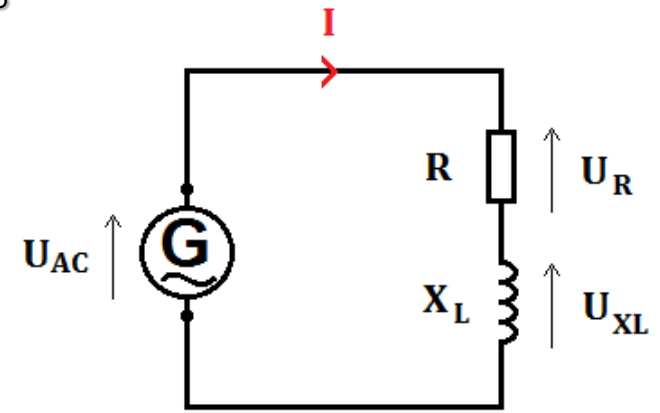
Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



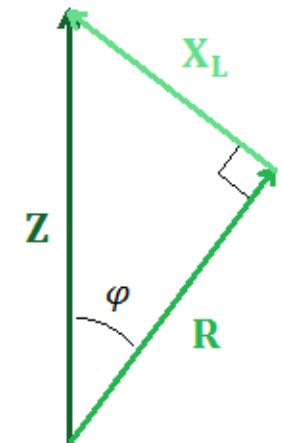
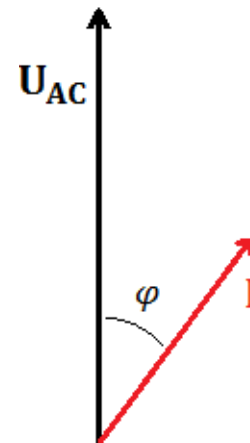
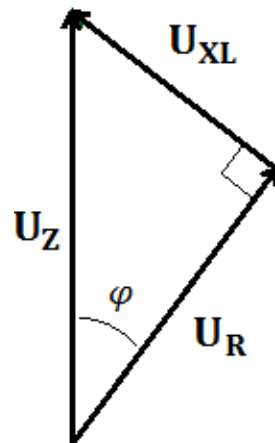
AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$
$$I \angle \varphi = 6,18 A \angle -36,3^\circ$$

De i kredsen afsatte effekter:



Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



AC Impedansbegrebet

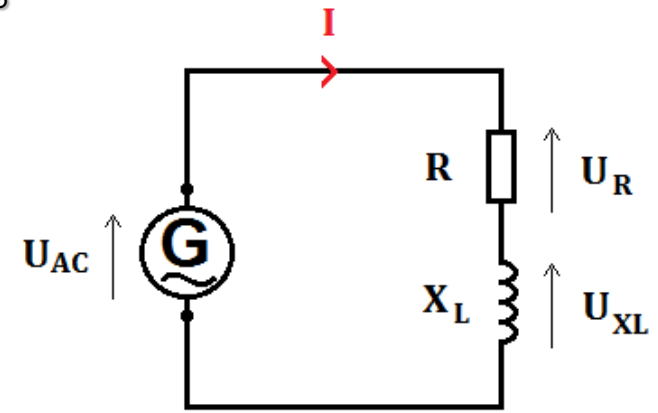
$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

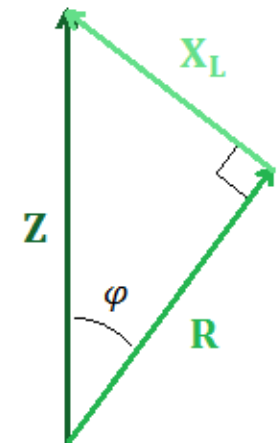
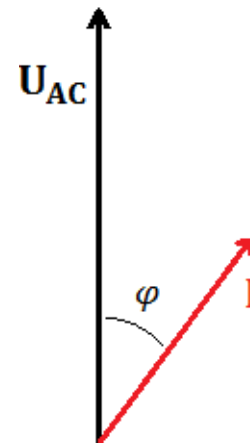
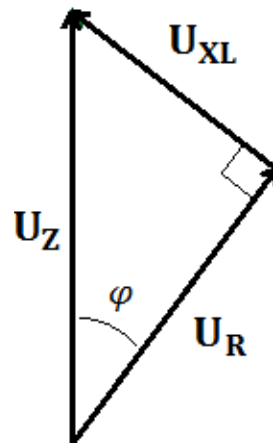
De i kredsen afsatte effekter:

I impedansen Z afsættes:
Den tilsyneladende effekt S

$$S = U \cdot I \quad [\text{VA}]$$



Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

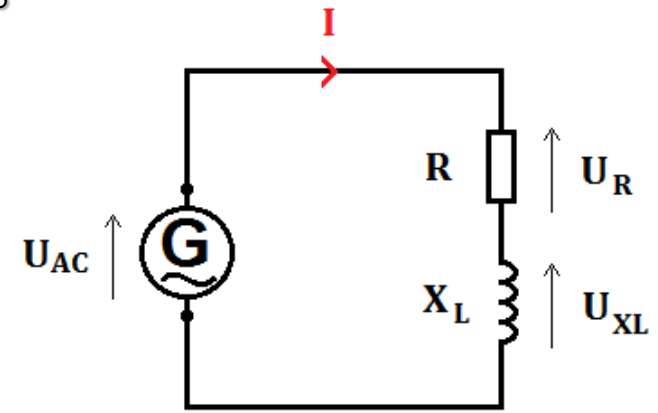
De i kredsen afsatte effekter:

I impedansen Z afsættes:
Den tilsyneladende effekt S

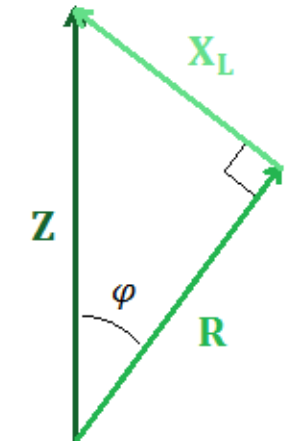
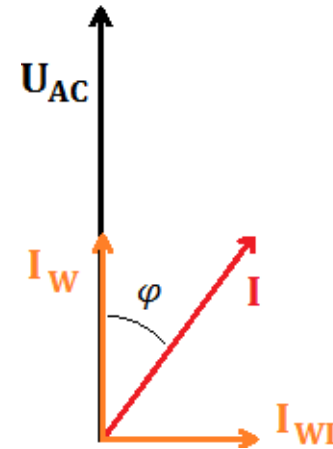
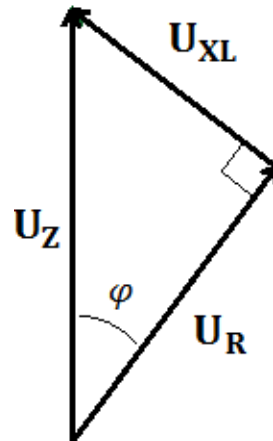
$$S = U \cdot I \quad [\text{VA}]$$

I resistansen R afsættes:
Virkeeffekten P

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) \quad [\text{W}]$$



Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

De i kredsen afsatte effekter:

I impedansen Z afsættes:
Den tilsyneladende effekt S

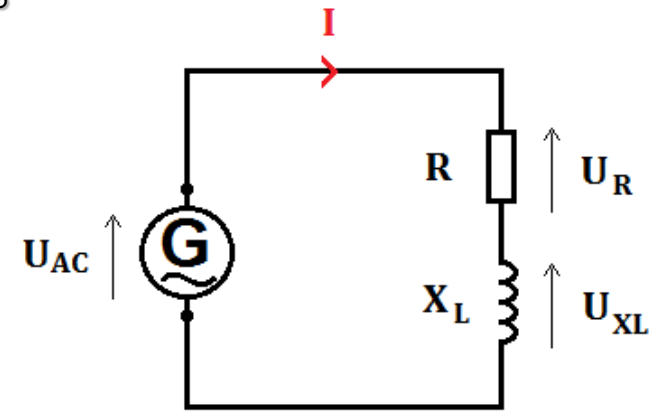
$$S = U \cdot I \quad [\text{VA}]$$

I resistansen R afsættes:
Virkeeffekten P

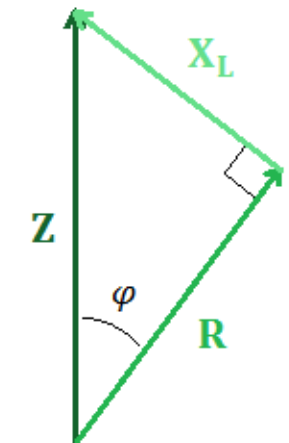
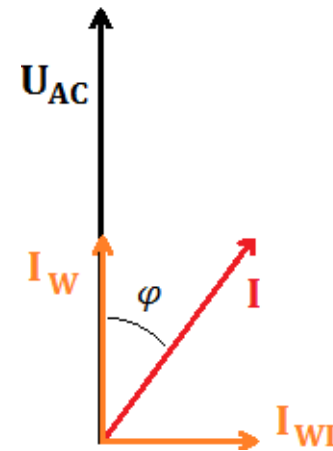
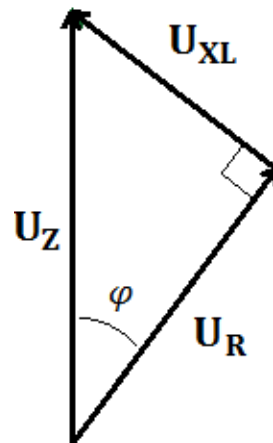
$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) \quad [\text{W}]$$

I reaktansen X afsættes:
Den reaktive effekt Q

$$Q = U \cdot I \cdot \sin(\varphi) \quad [\text{var}]$$



Spændingstrekanter: Vektordiagram: Impedanstrekanter:



AC Impedansbegrebet

$$X_L = 22 \Omega, \quad R = 30 \Omega, \quad Z \angle \varphi = 37,2 \Omega \angle 36,3^\circ$$

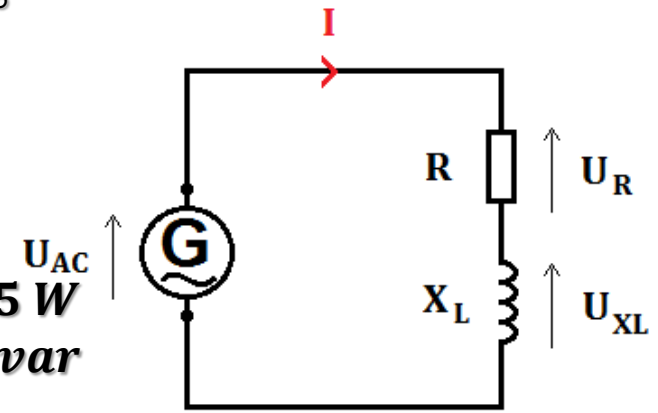
$$I \angle \varphi = 6,18 \text{ A} \angle -36,3^\circ$$

I eksemplet giver disse:

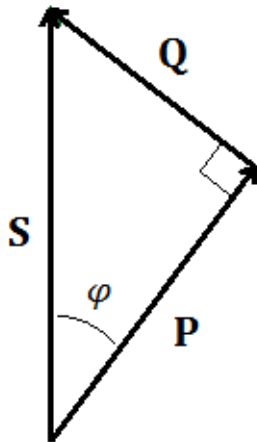
$$S = U \cdot I \Rightarrow S = 230 \cdot 6,18 = \mathbf{1420 \text{ VA}}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) \Rightarrow P = 230 \cdot 6,18 \cdot \cos(36,3) = \mathbf{1145 \text{ W}}$$

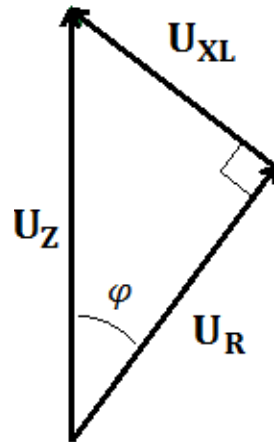
$$Q = U \cdot I \cdot \sin(\varphi) \Rightarrow Q = 230 \cdot 6,18 \cdot \sin(36,3) = \mathbf{841 \text{ var}}$$



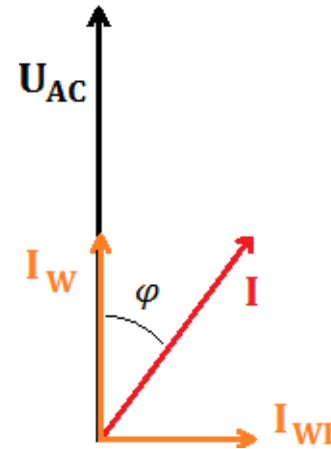
Effekttrekant:



Spændingstrekan:



Vektordiagram:



Impedanstrekant:

