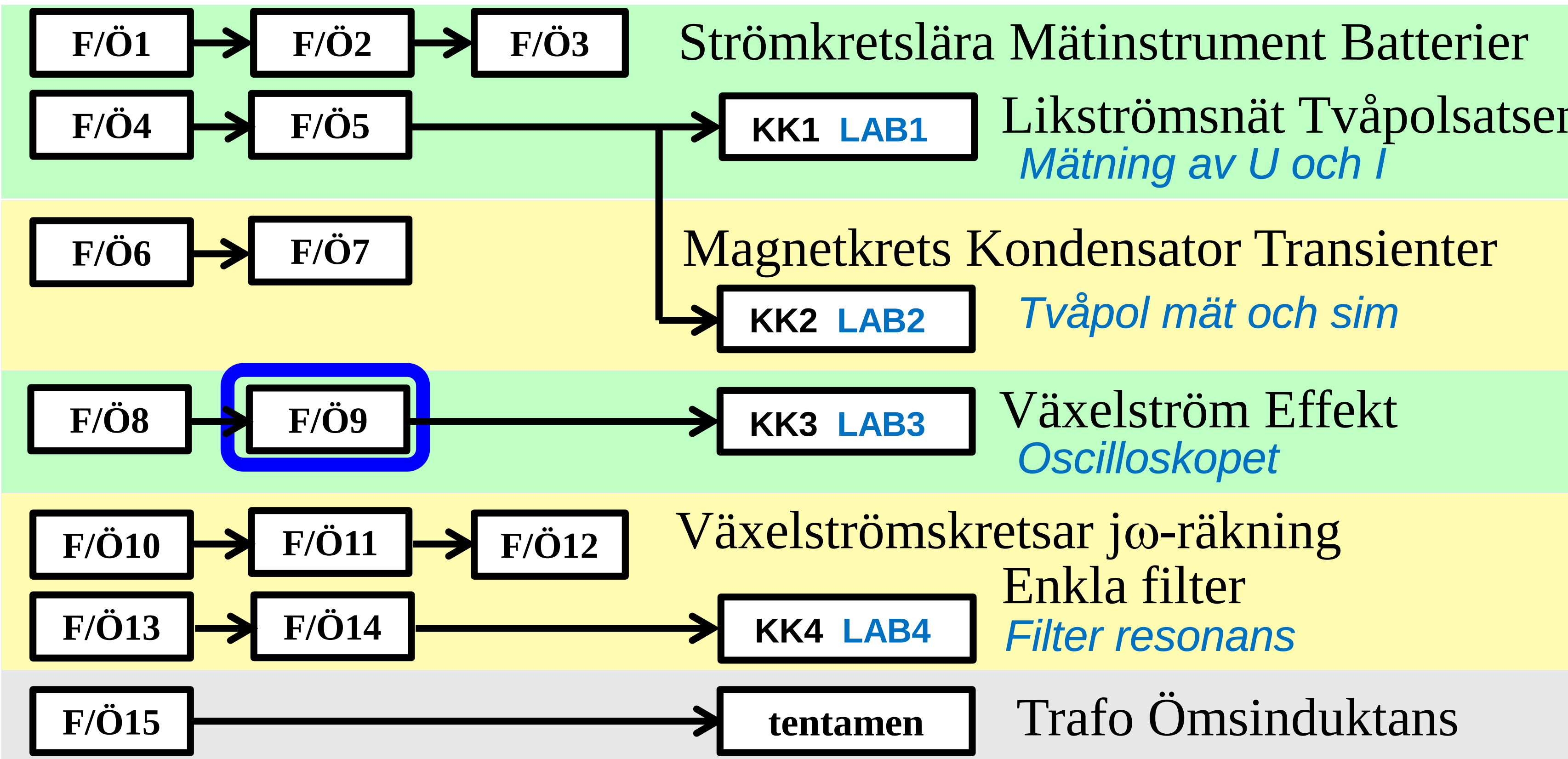
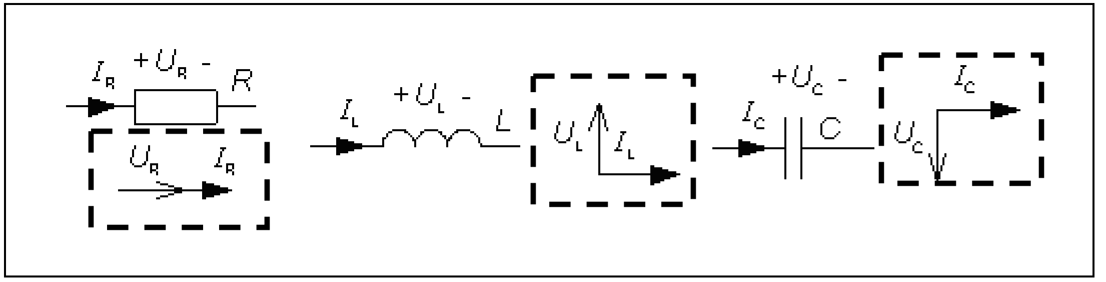
IF1330 Ellära



Föreläsningar och övningar bygger på varandra! Ta alltid igen det Du missat!
Läs på i förväg – delta i undervisningen – arbeta igenom materialet efteråt!

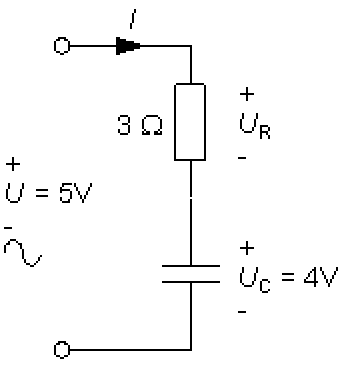
William Sandqvist william@kth.se

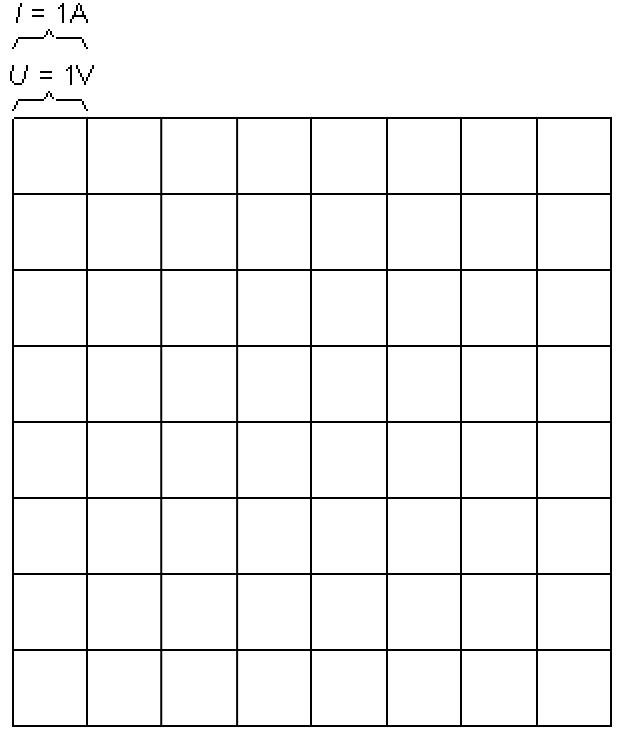
Visardiagrammets byggstenar



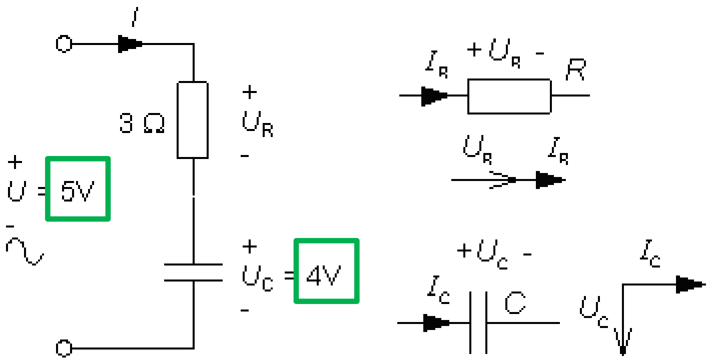
Visardiagram (12,5)

Pröva själv … (låt I:s riktning vara riktfas, horisontell)





Visardiagram (12,5)



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

$$\underline{U}_R \perp \underline{U}_C \qquad U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

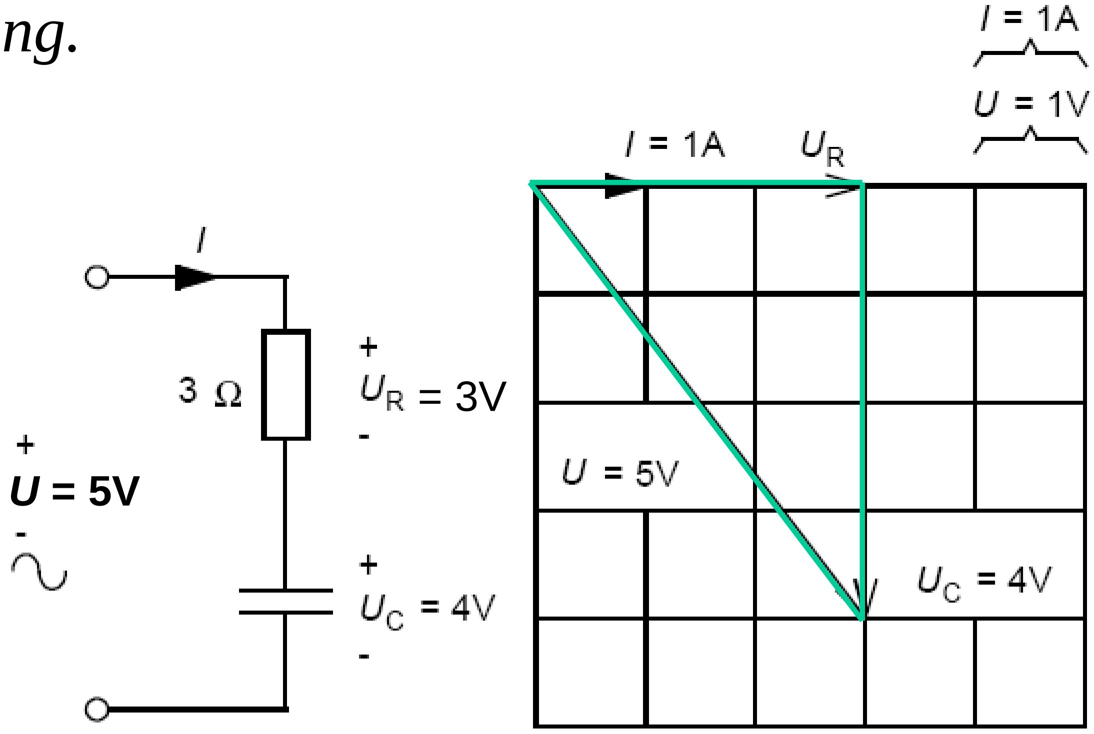
$$U_R = \sqrt{U^2 - U_C^2} = \sqrt{5^2 - 4^2} = \boxed{3} \quad I = \frac{U_R}{R} = \frac{3}{3} = \boxed{1}$$

Nu är alla värden kända!

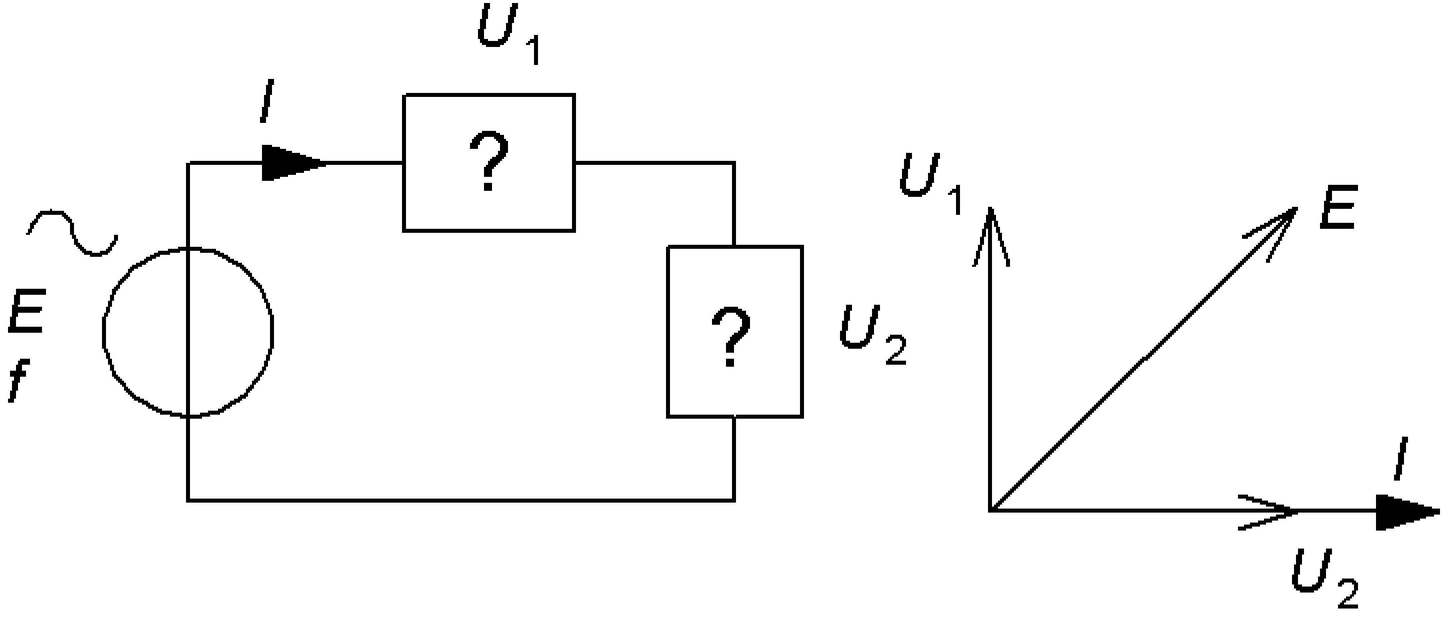
William Sandqvist william@kth.se

Visardiagram (12,5)

Lösning.

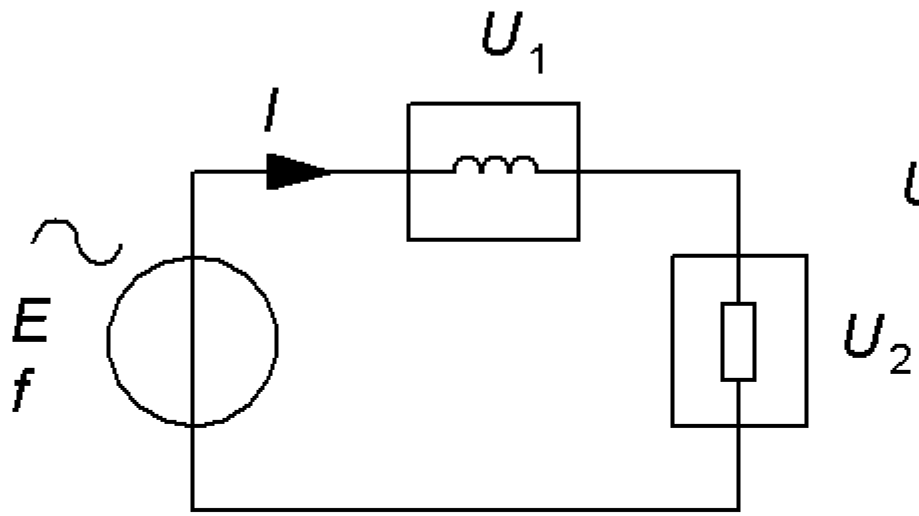


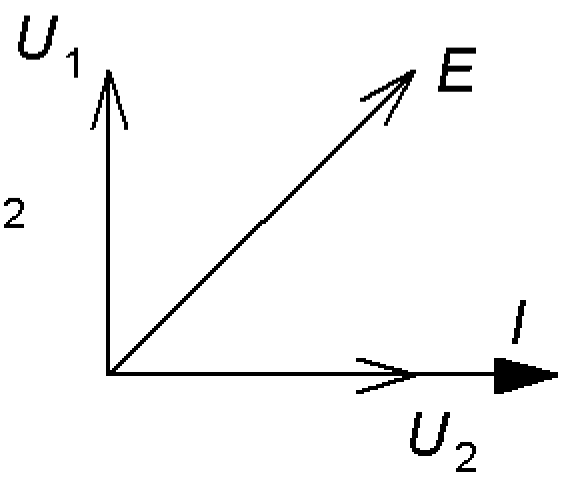
Vad innehåller kretsen ?



William Sandqvist william@kth.se

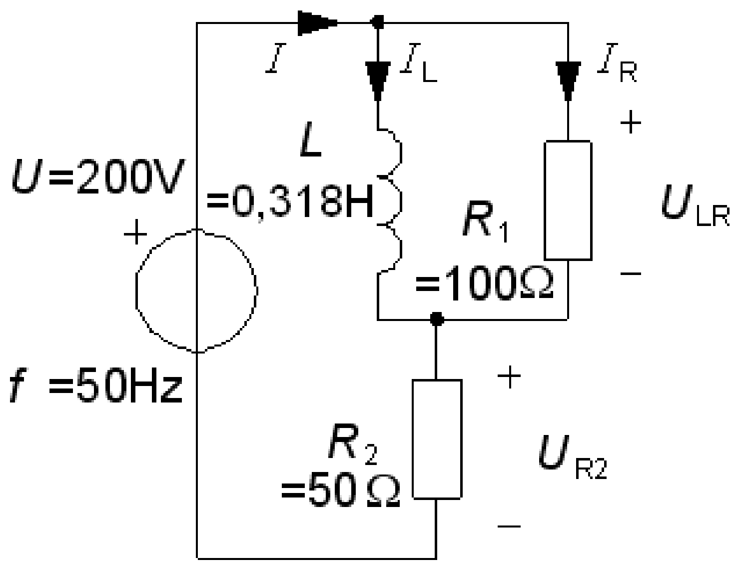
Vad innehåller kretsen ?





Visardiagram (12.4)

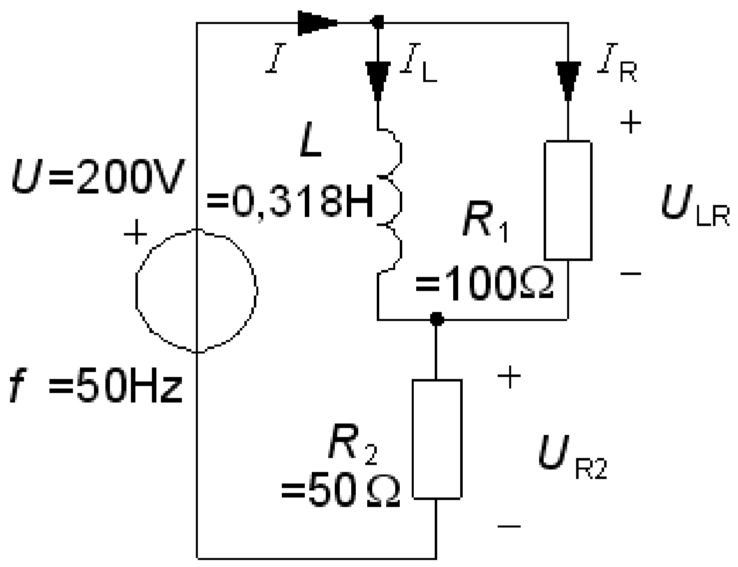
U = 200 V, f = 50 Hz,
L = 0,318 H, R_1 = 100 Ω,
R_2 = 50 Ω.



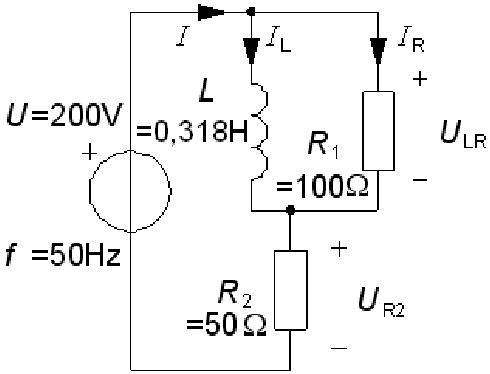
Visardiagram (12.4)

U = 200 V, f = 50 Hz,
L = 0,318 H, R_1 = 100 Ω,
R_2 = 50 Ω.

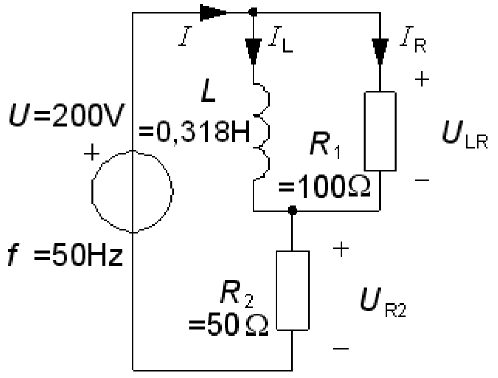
$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot 50 \cdot 0{,}318 =$
100 Ω

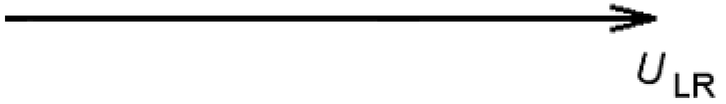


Visardiagram (12.4)



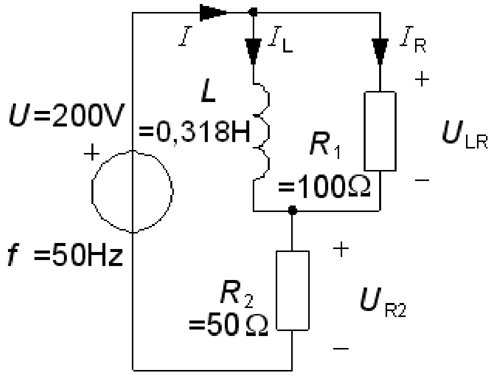
Visardiagram (12.4)

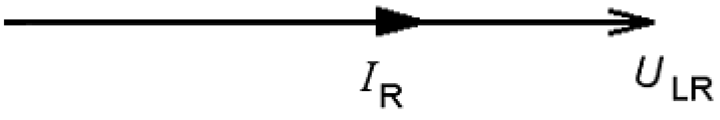




Välj U_{LR} som riktfas (= horisontell).

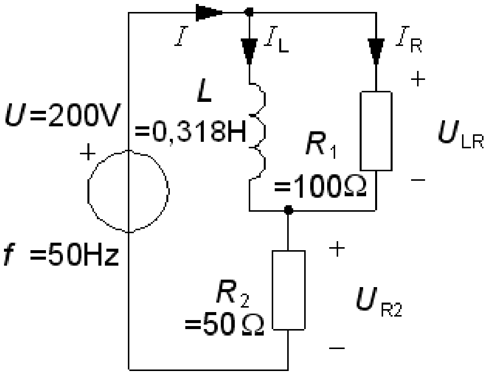
Visardiagram (12.4)

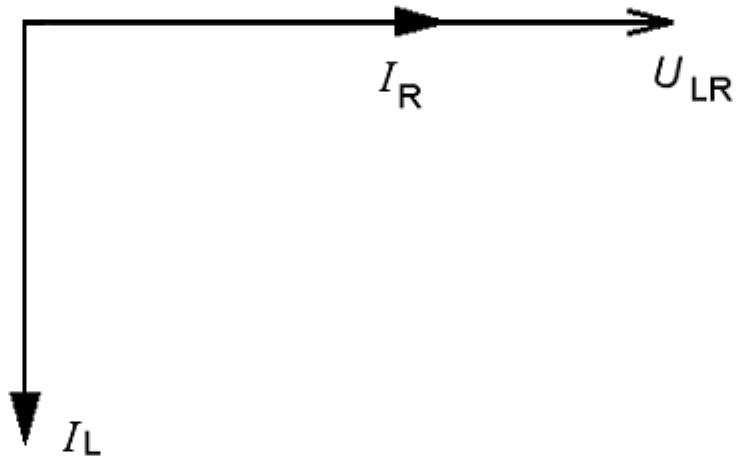




Strömmen I_R har samma riktning som U_{LR}.

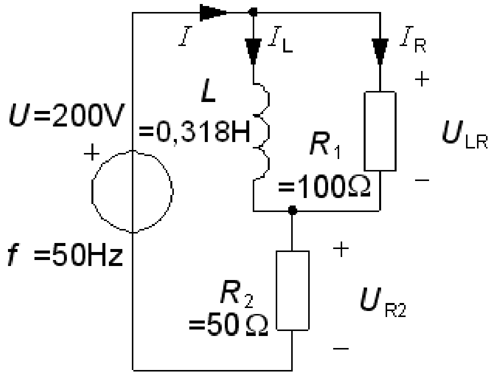
Visardiagram (12.4)

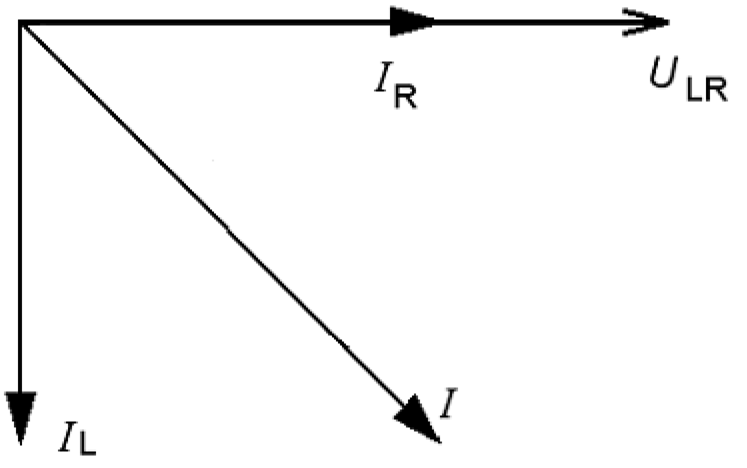




Strömmen I_L ligger 90° efter U_{LR} och har lika lång visare som I_R eftersom R_1 och L har samma växelströmsmotstånd.
(X_L = 100 Ω, R_1 = 100 Ω)

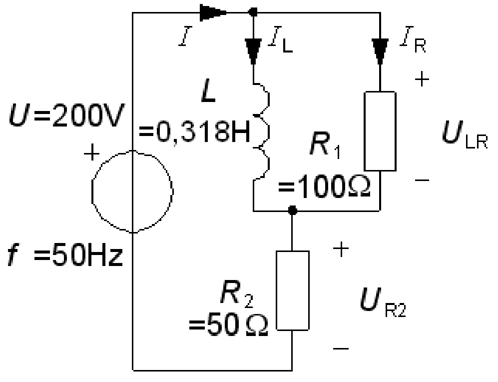
Visardiagram (12.4)

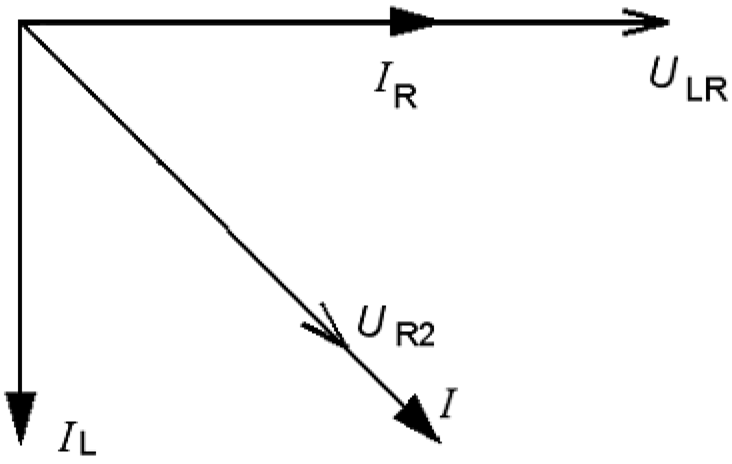




De två strömmarna I_R och I_L kan adderas vektoriellt till strömmen I. I blir $\sqrt{2}$ ggr. längre än I_R eller I_L (enligt pythagoras sats).

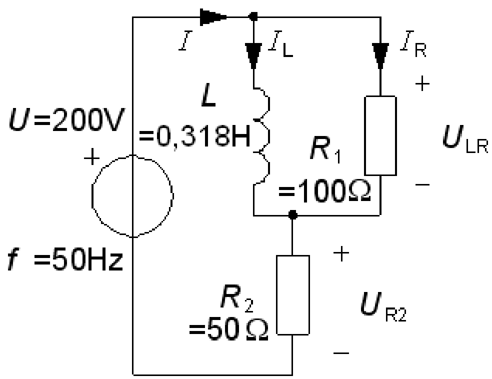
Visardiagram (12.4)

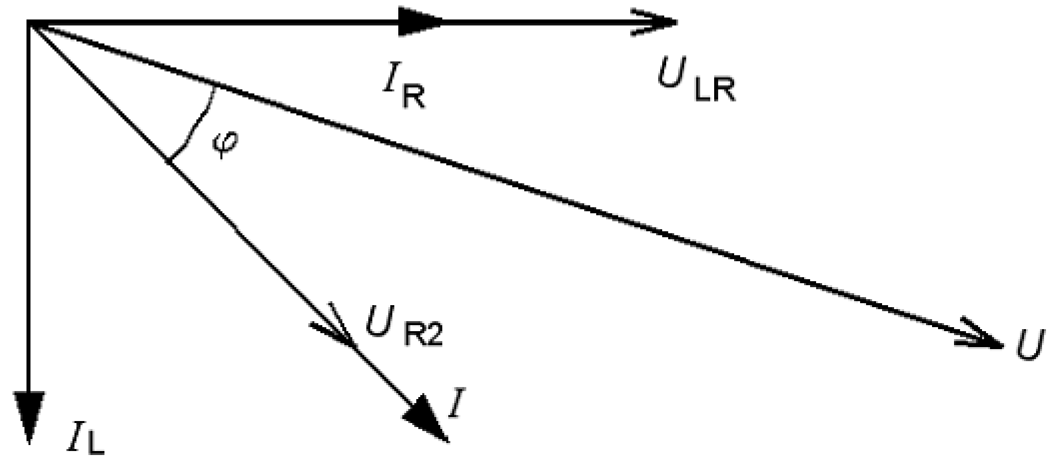




Strömmen I passerar genom den nedre resistorn R_2.
Spänningsfallet U_{R2} får samma riktning som I.
U_{LR} har längden $I_R \cdot 100$, U_{R2} har längden $I \cdot 50$.
Eftersom $I = I_R \cdot \sqrt{2}$ blir $U_{R2} = U_{LR} / \sqrt{2}$.

Visardiagram (12.4)





Spänningen U kan slutligen fastställas som vektorsumman av U_{LR} och U_{R2}.

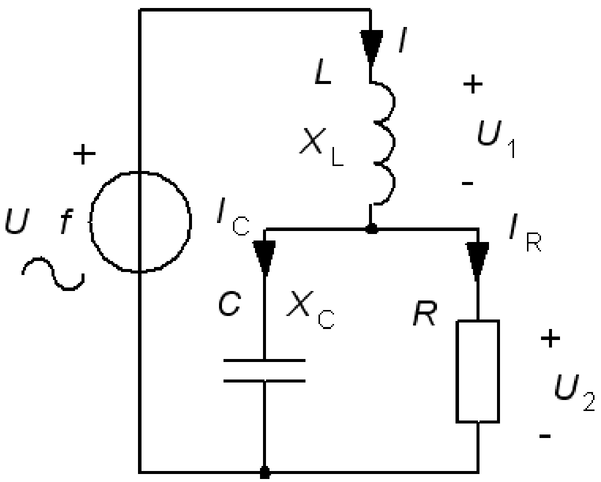
- Fasvinkeln φ är vinkeln mellan U och I.
- Z är kvoten mellan längderna på U och I.

Strömmen efter spänningen – induktiv karaktär

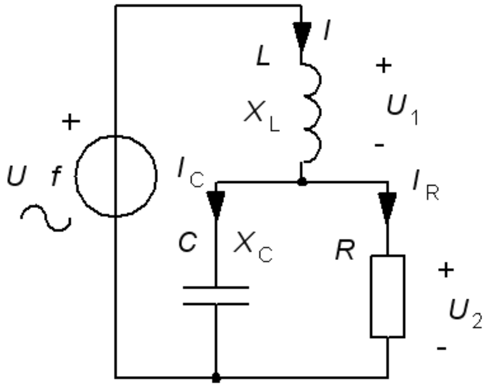
Visardiagram (12.6)

Rita visardiagram för kretsen i figuren. Vid frekvensen *f* gäller att $X_C = R$ och $X_L = R/2$.

U_2 är lämplig riktfas.

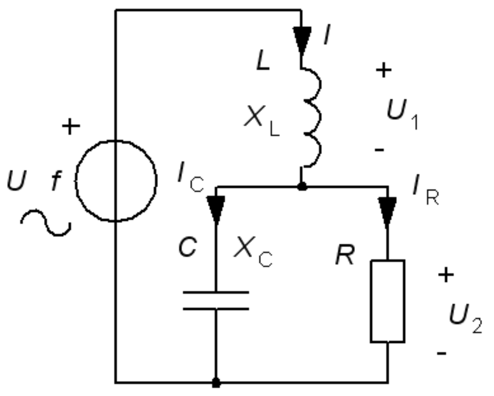


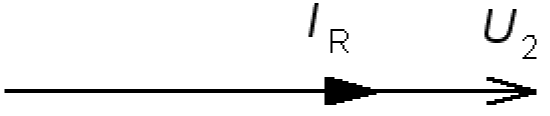
Visardiagram (12.6)



Börja med U_2 som riktfas (= horisontel).

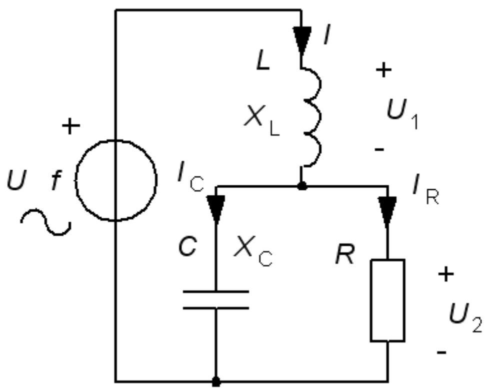
Visardiagram (12.6)

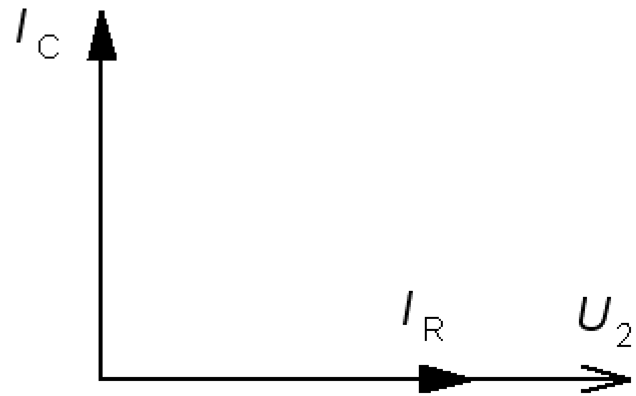




Strömmen I_R har samma riktning som U_2.

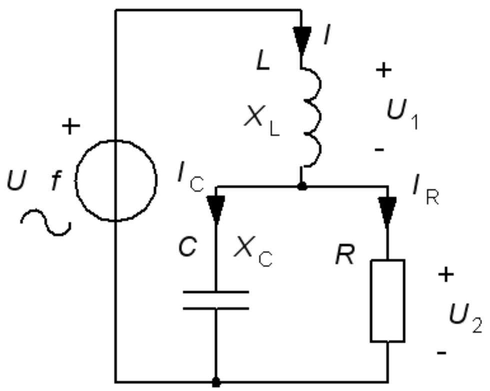
Visardiagram (12.6)

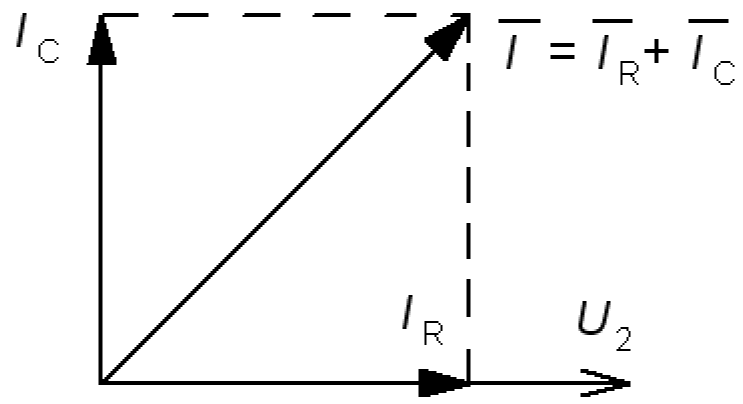




Strömmen I_C ligger 90° före U_2 och är lika stor som I_R eftersom $X_C = R$.

Visardiagram (12.6)

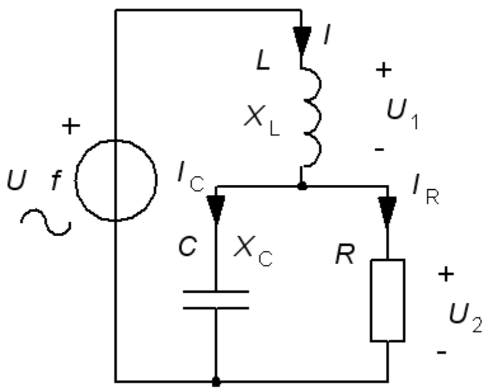


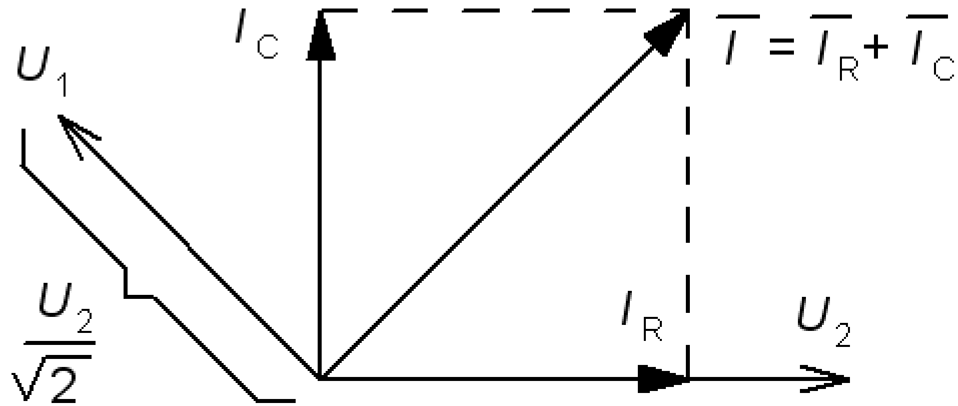


Strömmarna I_C och I_R summeras ihop till I.

I är $\sqrt{2}$ ggr. längre än I_C eller I_R (enligt pythagoras sats).

Visardiagram (12.6)

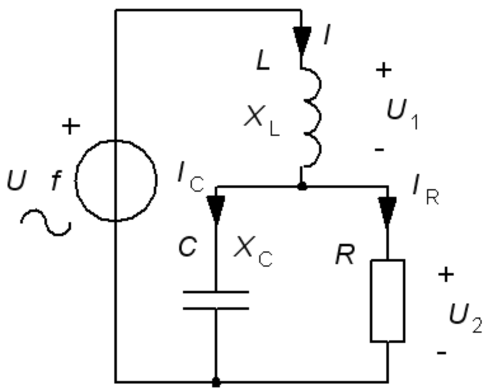


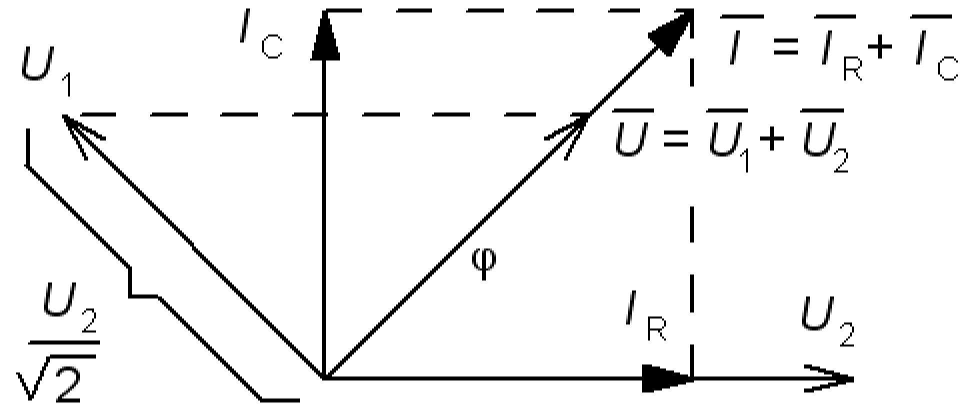


U_1 ligger 90° före I.

Längden är $U_1 = I\cdot X_L = \sqrt{2}\cdot I_R\cdot R/2 = I_R\cdot R/\sqrt{2}$

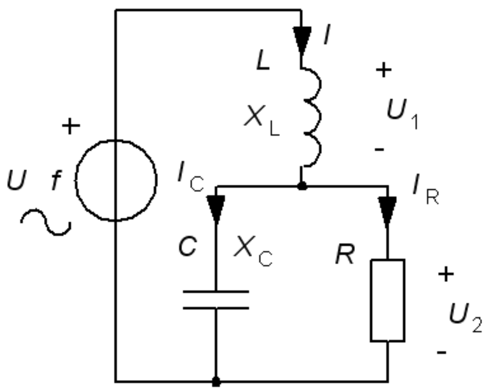
Visardiagram (12.6)

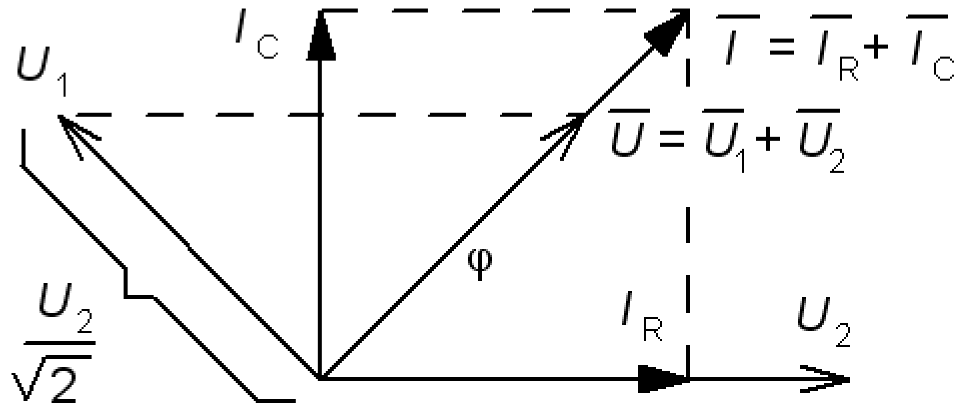




Spänningarna U_1 och U_2 summeras ihop till spänningen U.

Visardiagram (12.6)

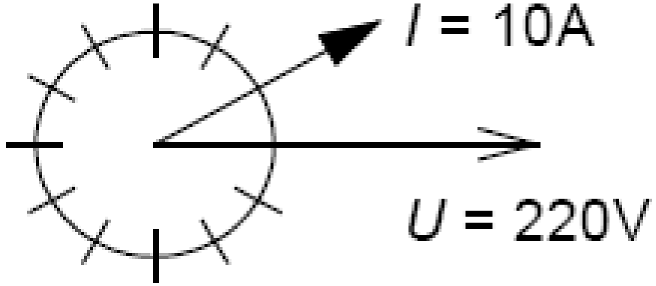


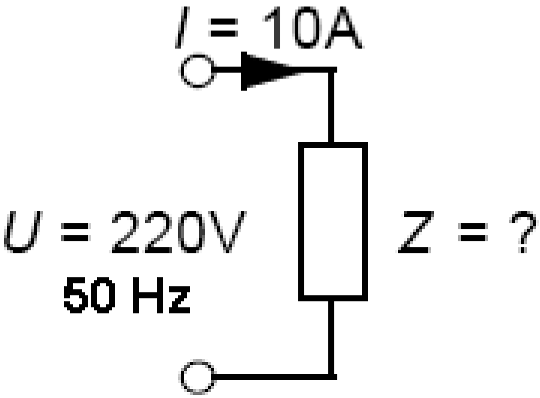


Man kan se i diagrammet att U blir lika stor som U_1.
Vinkeln $\varphi = 0$ eftersom U och I blir i fas.

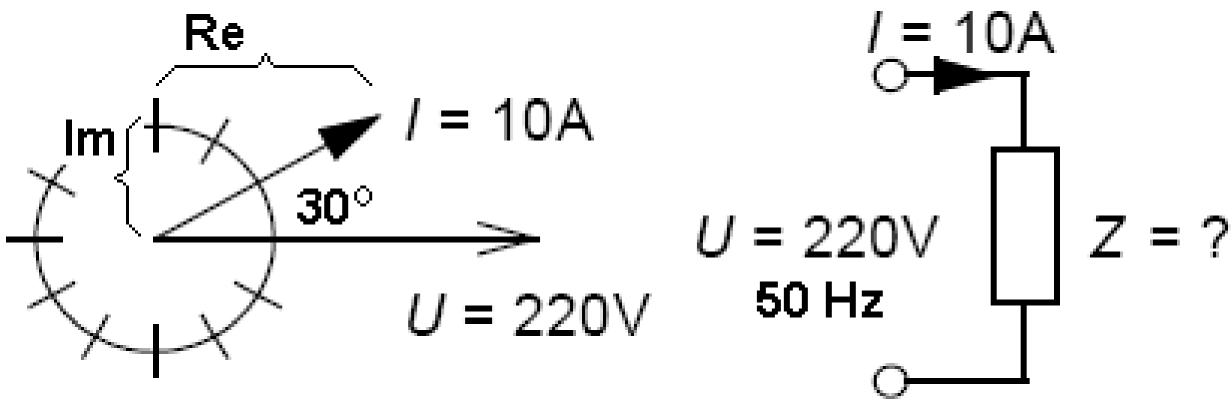
Induktiv eller kapacitiv karaktär?

jω Impedans (13.2)



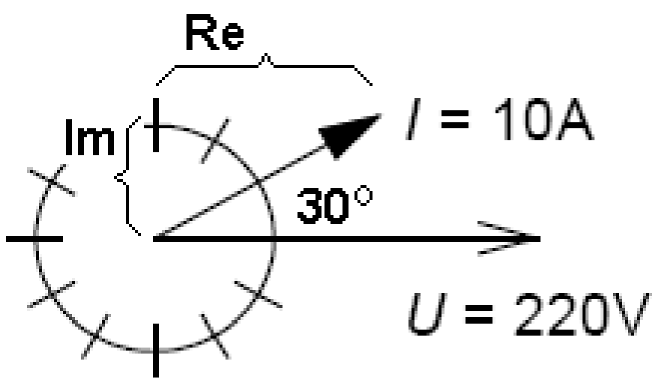


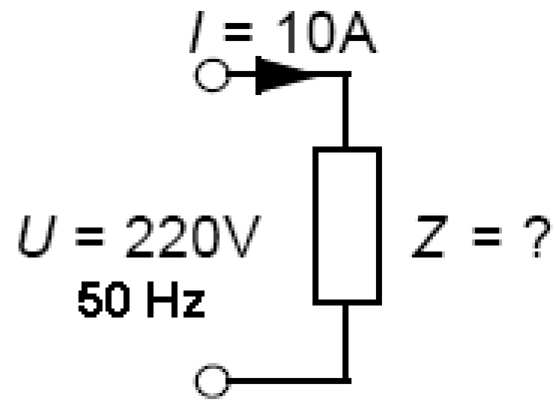
jω Impedans (13.2)



Man kan tänka sig visardiagrammet i **komplexa talplanet**, man delar upp *I* i realdel och imaginärdel:

jω Impedans (13.2)

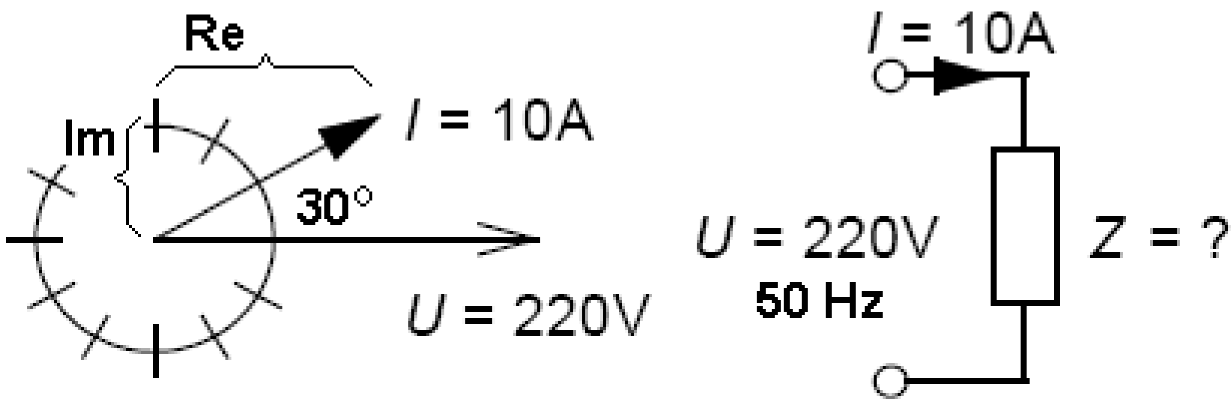




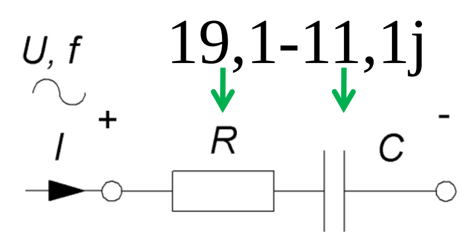
Man kan tänka sig visardiagrammet i **komplexa talplanet**, man delar upp *I* i realdel och imaginärdel:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = \frac{220}{10 \cdot \left(\cos(30°) + \mathrm{j} \cdot \sin(30°)\right)} = \frac{220}{8{,}6 + 5\mathrm{j}} \cdot \frac{(8{,}6 - 5\mathrm{j})}{(8{,}6 - 5\mathrm{j})} = \frac{1892 - 1100\mathrm{j}}{99} = 19{,}1 - 11{,}1\mathrm{j}$$

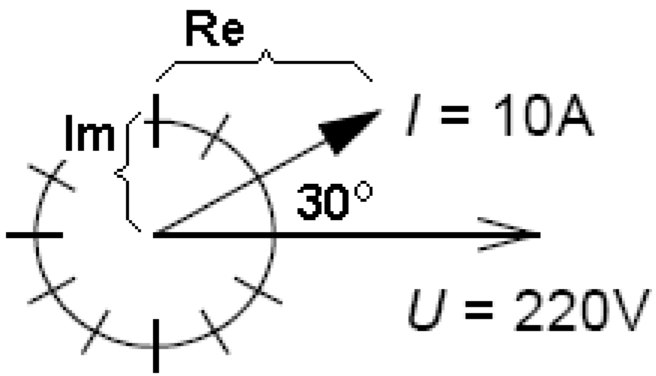
jω Impedans (13.2)

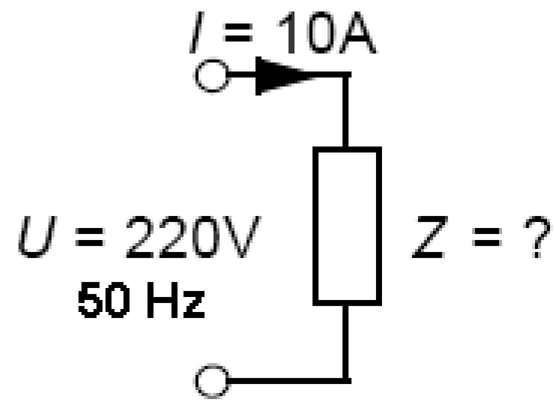


- En tänkbar lösning är då en seriekrets med *R* och *C*



jω Impedans (13.2)

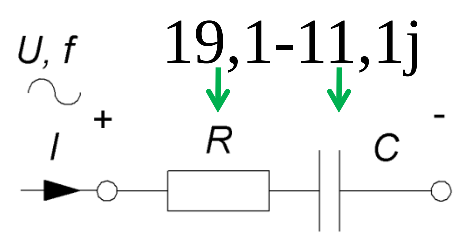




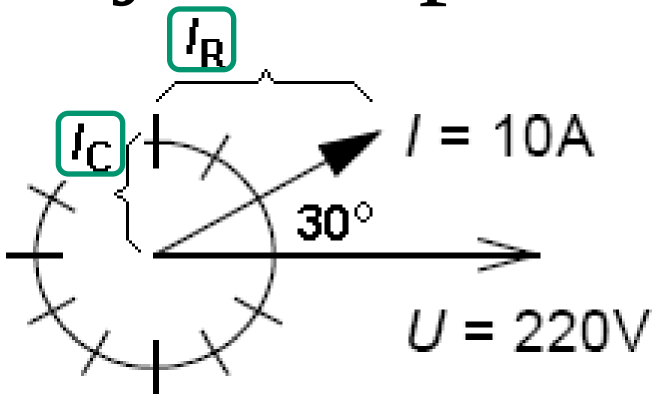
- En tänkbar lösning är då en seriekrets med *R* och *C*

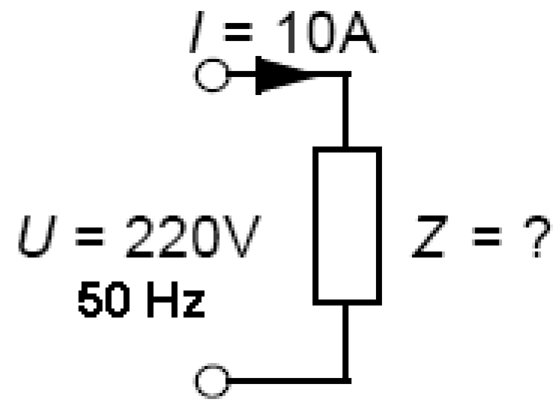
$$R = 19{,}1\,\Omega \qquad X_C = -\frac{1}{\omega C} = -11{,}1$$

$$C = -\frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot (-11{,}1)} = 287\ \mu\text{F}$$

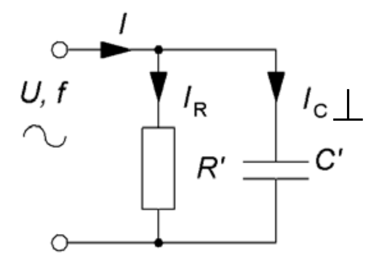


jω Impedans (13.2)

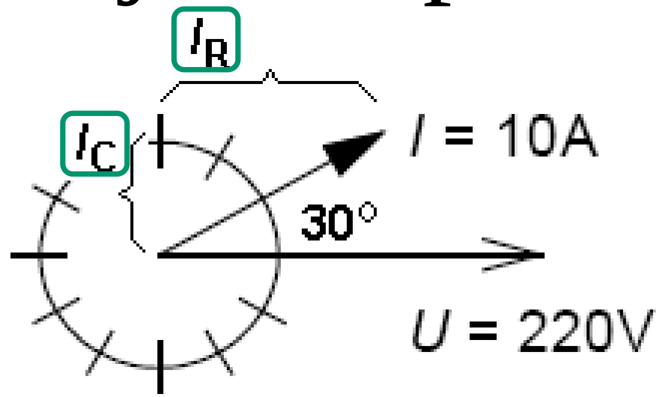


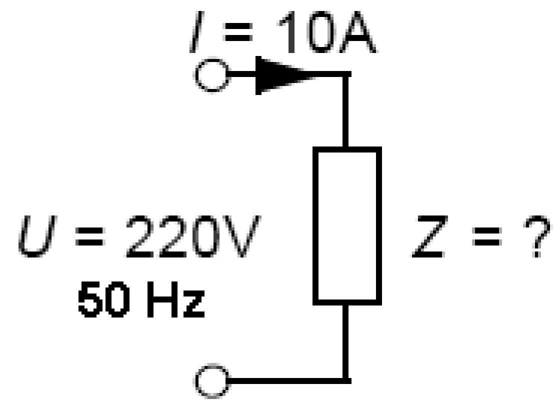


- En *annan* tänkbar lösning är en parallellkrets med *R’* och *C’* man tänker då *I* uppdelad i två **strömkomposanter** $\boxed{I_R}$ och $\boxed{I_C}$ som är vinkelräta mot varandra.



jω Impedans (13.2)

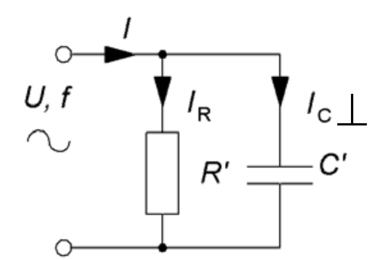




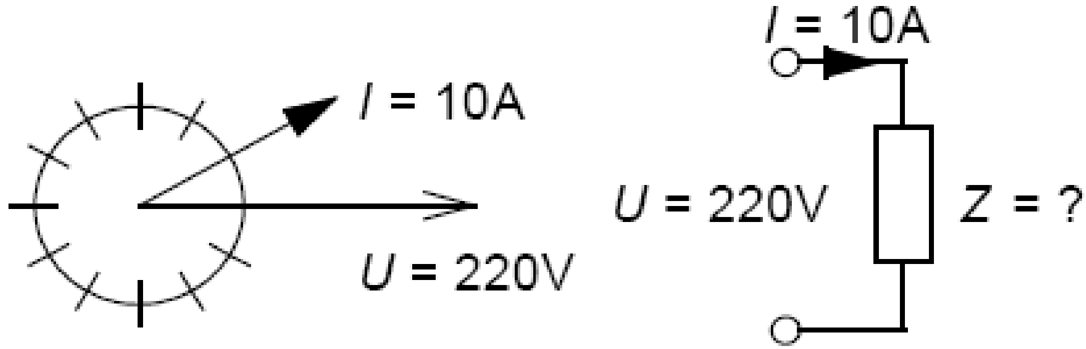
- En *annan* tänkbar lösning är en parallellkrets med *R’* och *C’* man tänker då I uppdelad i två **strömkomposanter** $\boxed{I_R}$ och $\boxed{I_C}$ som är vinkelräta mot varandra.

$$R' = \frac{U}{\boxed{I_R}} = \frac{U}{I\cos 30°} = \frac{220}{10\cdot 0{,}87} = 25{,}3\,\Omega$$

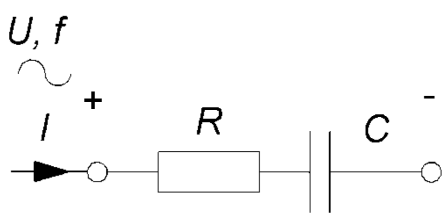
$$|X'_C| = \frac{U}{\boxed{I_C}} = \frac{U}{I\sin 30°} = \frac{220}{10\cdot 0{,}5} = 44\,\Omega \qquad C' = \frac{1}{2\pi\cdot 50\cdot 44} = 72{,}6\,\mu\text{F}$$



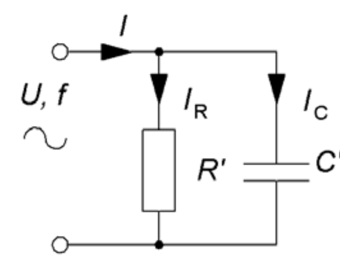
jω Impedans (13.2)



Finns det något sätt att ta reda på vilken av de två föreslagna kretsarna som *Z egentligen* innehåller?



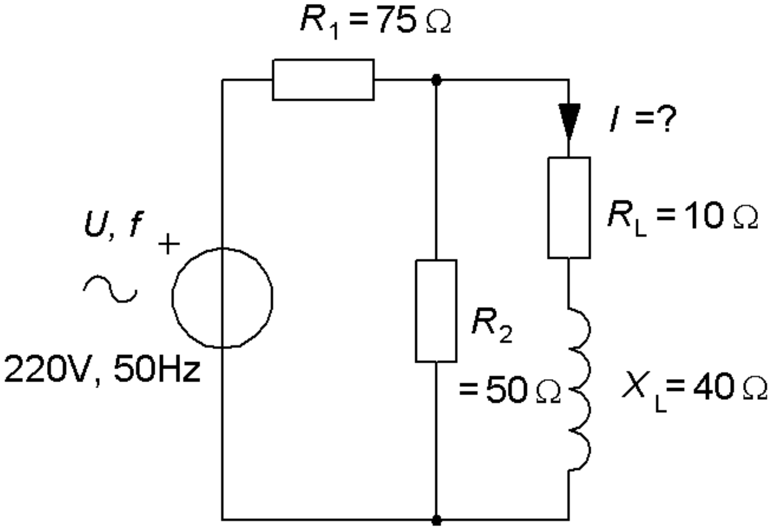
?



Spole med tvåpolsatsen (13.4)

Bestäm effektivvärdet på strömmen *I*.

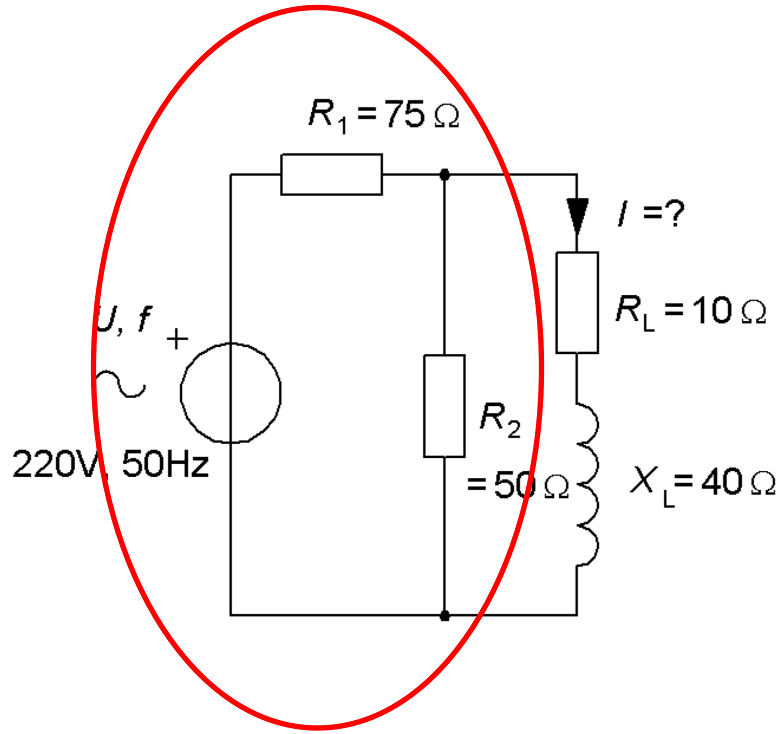
Använd tvåpolsatsen.



Spole med tvåpolsatsen (13.4)

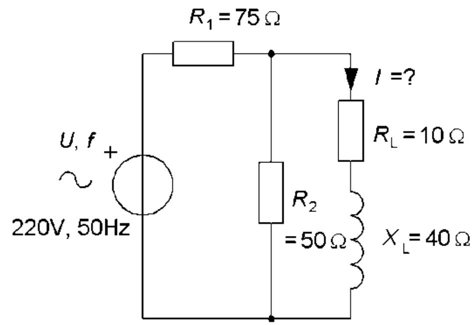
Bestäm effektivvärdet på strömmen *I*.

Använd tvåpolsatsen.



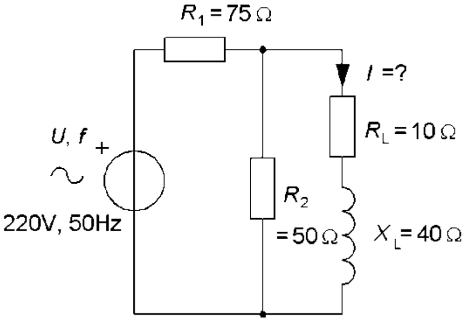
Spole med tvåpolsatsen (13.4)

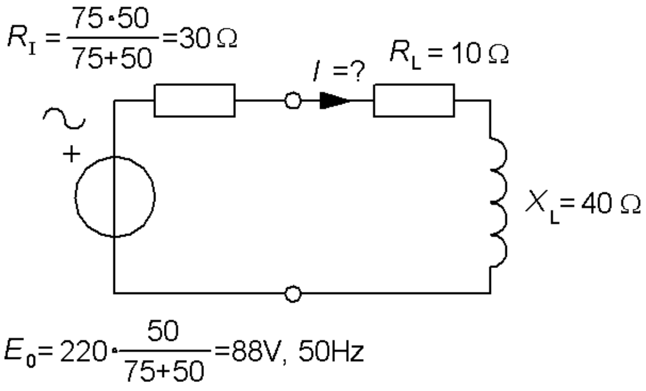
Beräkna kretsens tvåpolsekvivalent, E_0 och R_I.



Spole med tvåpolsatsen (13.4)

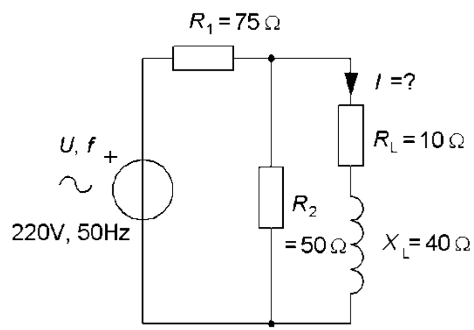
Beräkna kretsens tvåpolsekvivalent, E_0 och R_I.

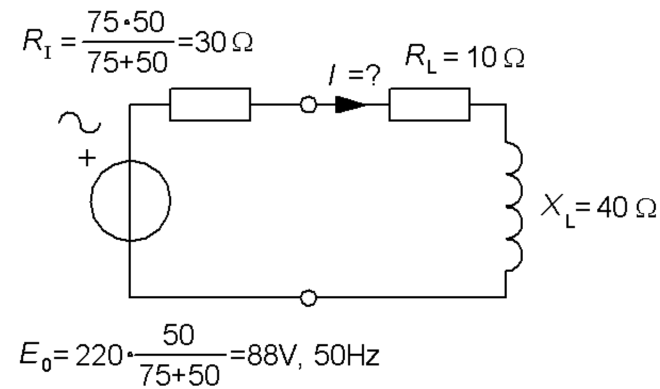




Spole med tvåpolsatsen (13.4)

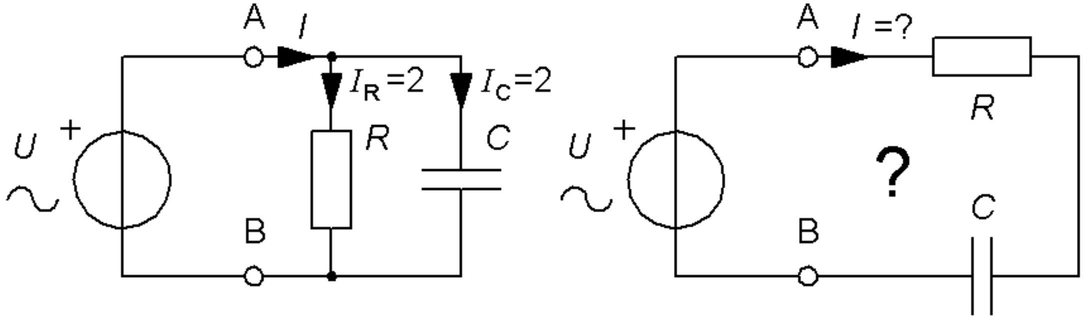
Beräkna kretsens tvåpolsekvivalent, E_0 och R_I.





$$\underline{I} = \frac{U}{\underline{Z}} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{88}{\left|(30+10)+\mathrm{j}40\right|} = \frac{88}{\sqrt{(30+10)^2+40^2}} = 1{,}56\ \mathrm{A}$$

Jämför serie eller parallell (13.5)

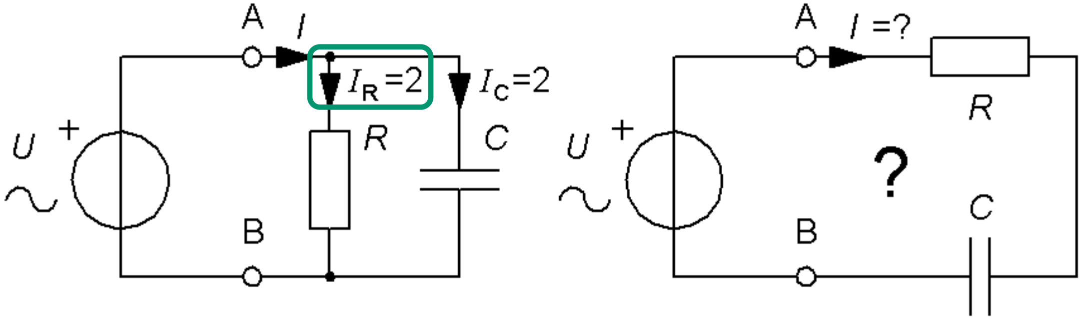


När en resistor *R* och en kondensator *C* ansluts i parallell till en spänningskälla *U* får var och en av dem strömmen **2A**.

Hur stor skulle strömmen i resistorn bli om de båda seriekopplades till spänningskällan?

William Sandqvist william@kth.se

Jämför serie eller parallell (13.5)

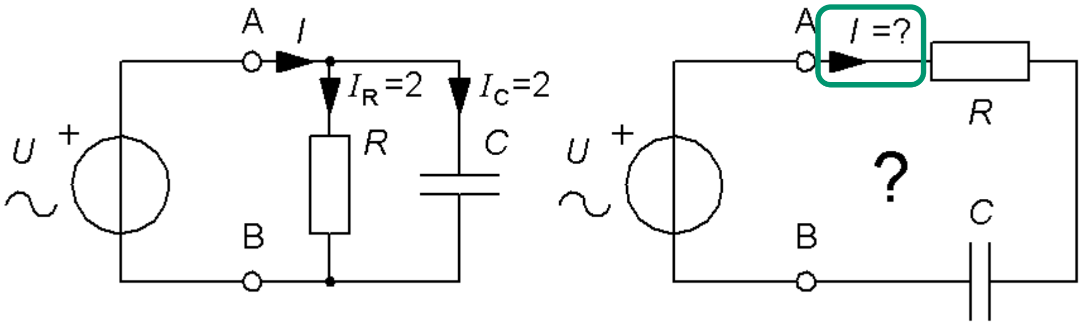


Parallellkoppling:

$$\underline{I} = \underline{I}_{\mathrm{R}} + \underline{I}_{\mathrm{C}} = \frac{U}{R} + \mathrm{j}U\omega C \quad \underline{I} = 2 + 2\mathrm{j}$$

$$I_R = \frac{U}{R} = 2 \quad I_C = U\omega C = 2 \quad \Rightarrow \quad R = \frac{1}{\omega C} = \frac{U}{2}$$

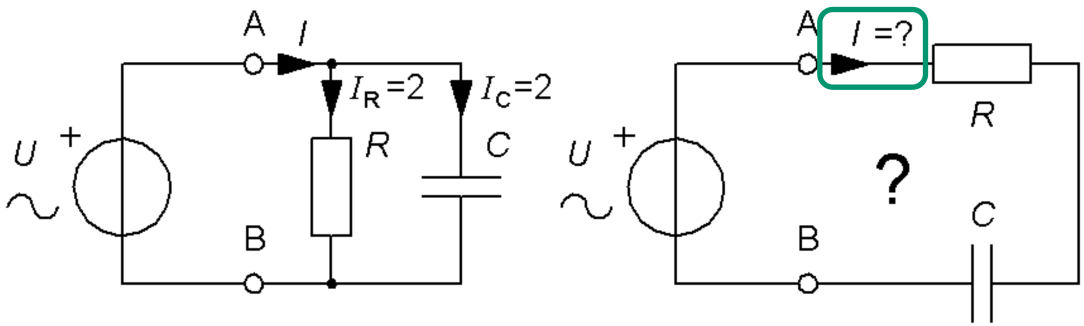
Jämför serie eller parallell (13.5)



Seriekoppling:

$$\underline{I} = \frac{U}{R + \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Jämför serie eller parallell (13.5)



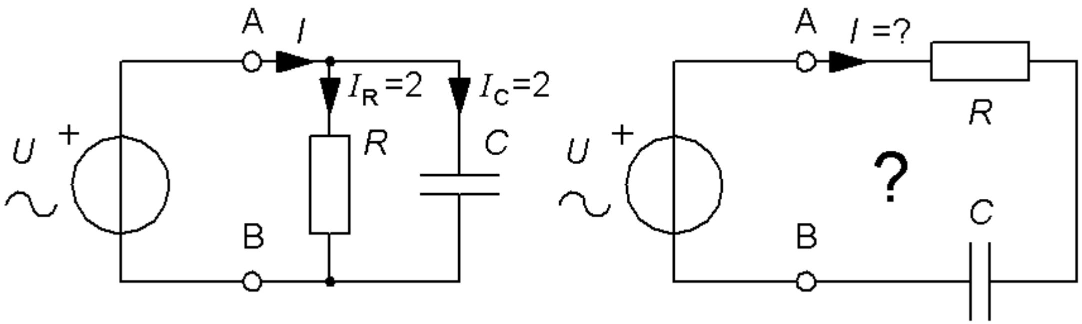
Seriekoppling:

Enligt tidigare …

$$\underline{I} = \frac{U}{R + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \qquad R = \frac{1}{\omega C} = \frac{U}{2}$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{U}{\sqrt{\frac{U^2}{2^2} + \left(\frac{U}{2}\right)^2}} = \frac{U}{U \cdot \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}}} = \sqrt{2} \approx 1,414 \text{ A}$$

Jämför serie eller parallell (13.5)



Seriekoppling:

Enligt tidigare …

$$\underline{I} = \frac{U}{R + \frac{1}{j\omega C}} \Rightarrow I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad R = \frac{1}{\omega C} = \frac{U}{2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{\sqrt{\frac{U^2}{2^2} + \left(\frac{U}{2}\right)^2}} = \frac{U}{U \cdot \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}}} = \sqrt{2}\ \text{A}$$

Parallell 2A
Serie 1,4A