

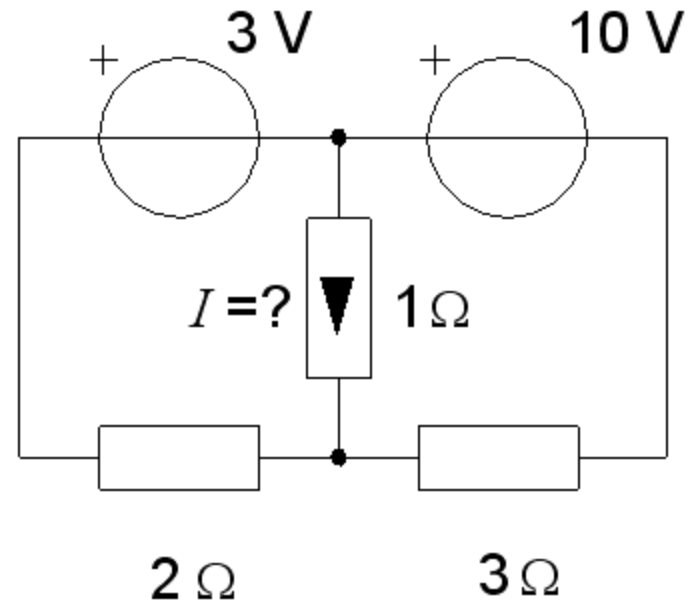
# Superpositionsprincipen

Om komponenterna och sambanden är *linjära* och *oberoende* så gäller superpositionsprincipen.

Olinjära komponenter som tex diod eller olinjära samband som effekt omöjliggör superposition.

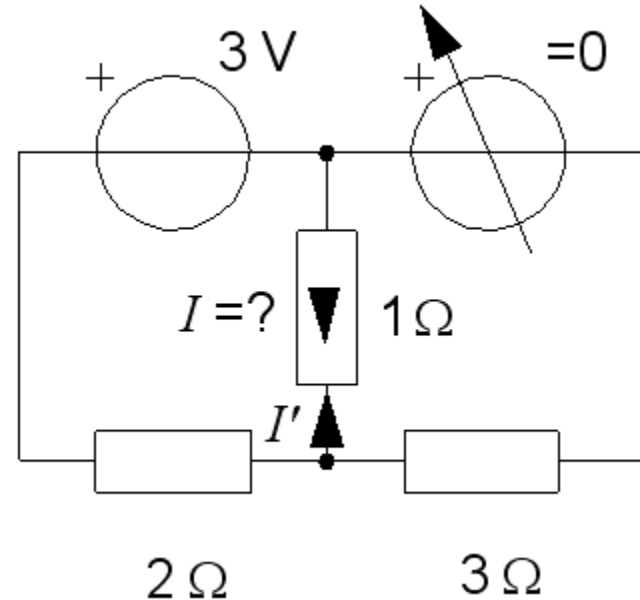
# Superposition, bara 3V-emk

Vrid ner 10V emken till "0"  
och beräkna bidraget  $I'$  från  
3V emken till  $I$ .



# Superposition, bara 3V-emk

Vrid ner 10V emken till "0"  
och beräkna bidraget  $I'$  från  
3V emken till  $I$ .

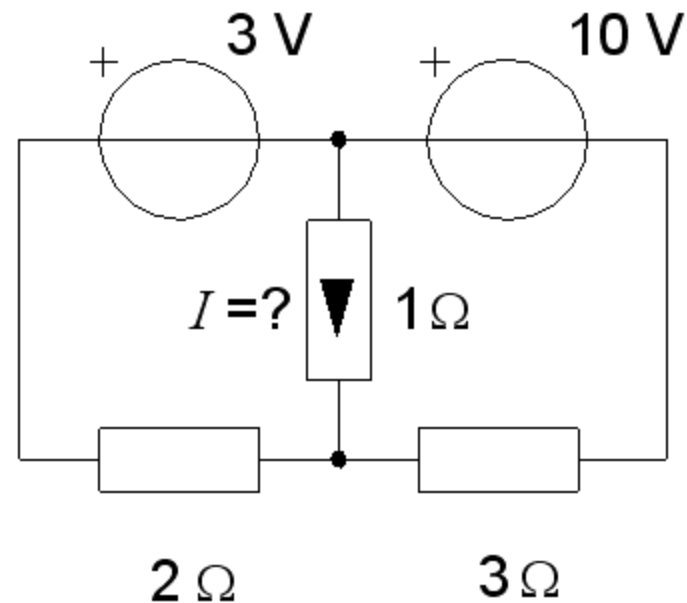


Spänningsdelningsformeln:

$$U_{1\Omega} = 3 \frac{\frac{1 \cdot 3}{1+3}}{\frac{1 \cdot 3}{1+3} + 2} = 0,82 \quad \Rightarrow \quad I' = \frac{U_{1\Omega}}{1} = 0,82$$

# Superposition bara 10V-emk

Vrid ner 3V emken till "0"  
och beräkna bidraget  $I''$  från  
10V emken till  $I$ .

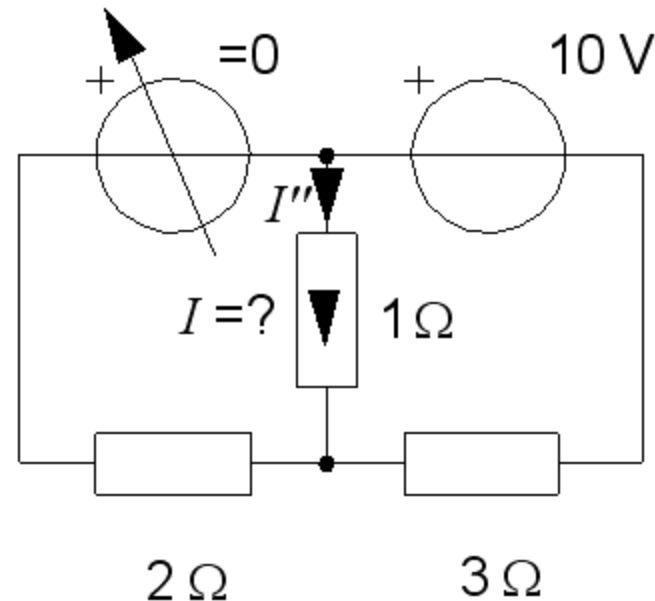


# Superposition bara 10V-emk

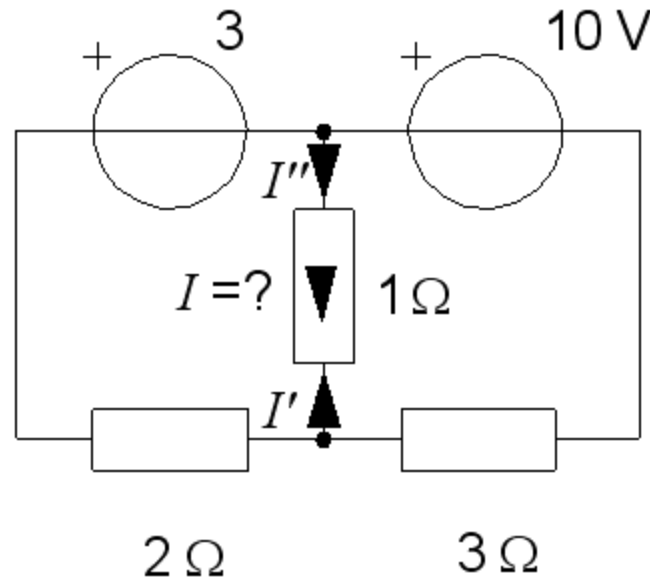
Vrid ner 3V emken till "0"  
och beräkna bidraget  $I''$  från  
10V emken till  $I$ .

Spänningsdelningsformeln:

$$U_{1\Omega} = 10 \frac{\frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 2 + 2}}{\frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 2 + 2} + 2} = 1,82 \quad \Rightarrow \quad I'' = \frac{U_{1\Omega}}{1} = 1,82$$



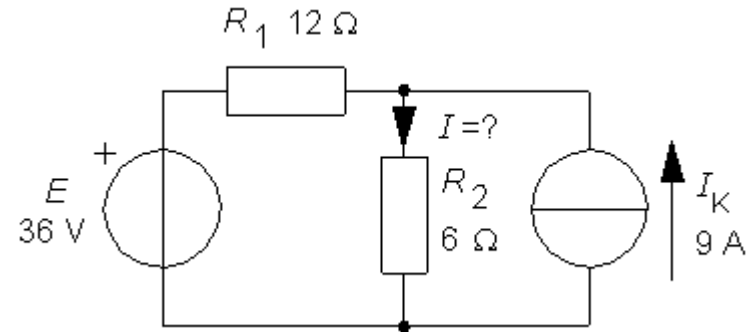
# Superposition – addera bidragen



$$I = I'' - I' = 1,82 - 0,82 = 1 \text{ A}$$

William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

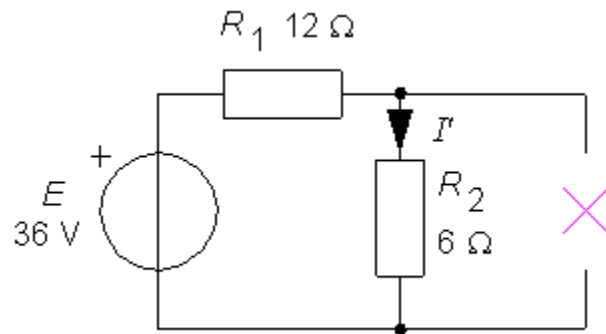
# Lös $I$ med superposition (9.4)





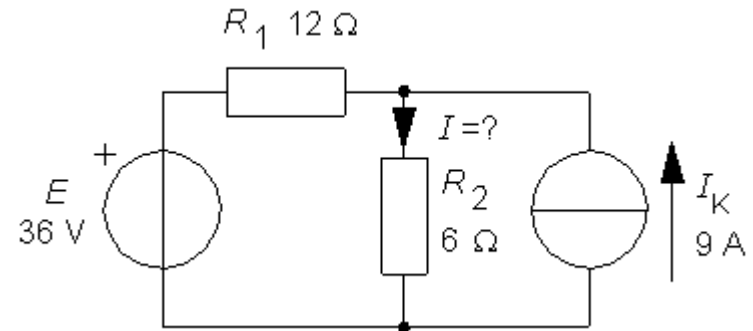
# Lös $I$ med superposition (9.4)

*En nedvriden strömgenerator blir  
ett avbrott!*



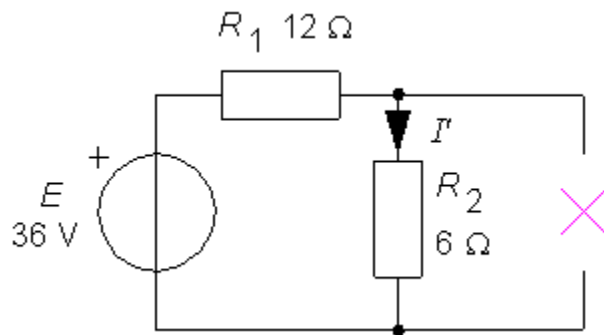
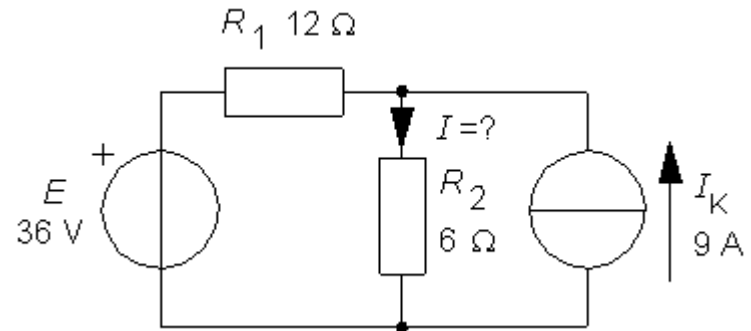
$$I' = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{36}{12 + 6} = 2$$

OHM's lag



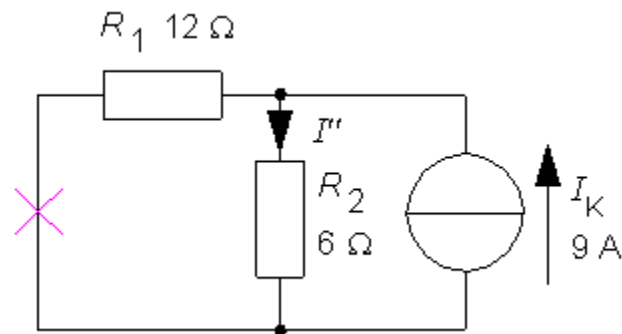
# Lös $I$ med superposition (9.4)

*En nedvriden strömgenerator blir  
ett avbrott!*



$$I' = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{36}{12 + 6} = 2$$

OHM's lag

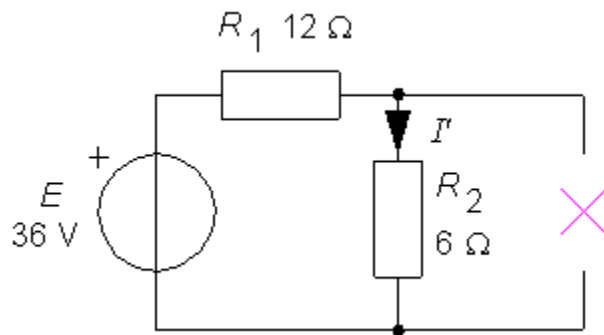
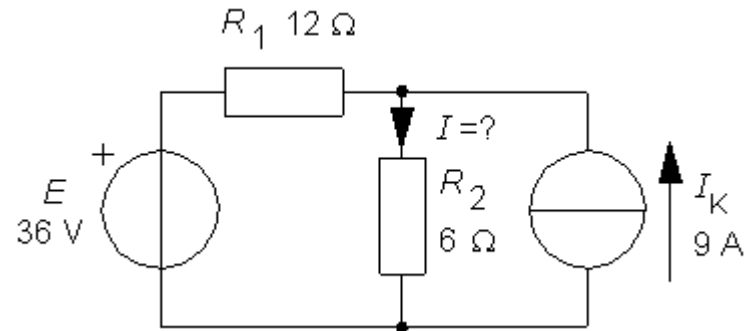


$$I'' = I_K \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 9 \cdot \frac{12}{12 + 6} = 6$$

Strömgrening

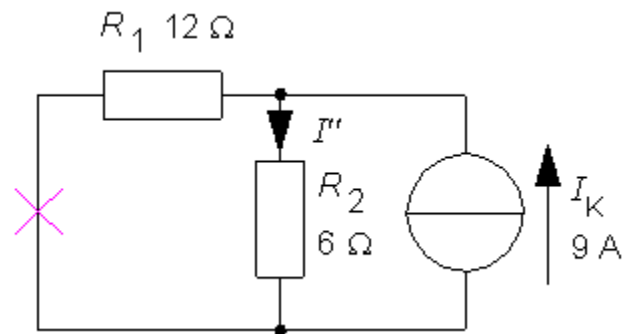
# Lös $I$ med superposition (9.4)

*En nedvriden strömgenerator blir  
ett avbrott!*



$$I' = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{36}{12 + 6} = 2$$

OHM's lag



$$I'' = I_K \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 9 \cdot \frac{12}{12 + 6} = 6$$

Strömgrening

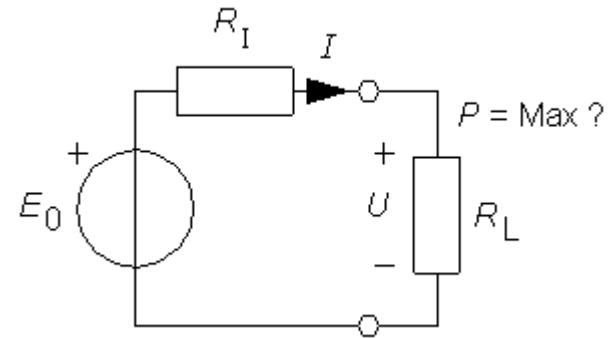
$$I = I' + I'' = 2 + 6 = 8 \text{ A}$$

William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

# Effektanpassning

Alla tvåpoler kan representeras av sina Théveninekvivalenter.

Vilket värde på lastresistorn  $R_L$  ger högst uttagbar effekt?



En kortslutning  $R_L = 0$  ger hög ström  $I$ , men ingen spänning  $U$ . Den levererade effekten  $P = U \cdot I = 0 \cdot I = 0$ .

Tomgående tvåpol  $R_L = \infty$  ger den högsta spänningen  $U$ , men ingen ström. Den levererade effekten  $P = U \cdot I = U \cdot 0 = 0$ .

# Effektanpassning

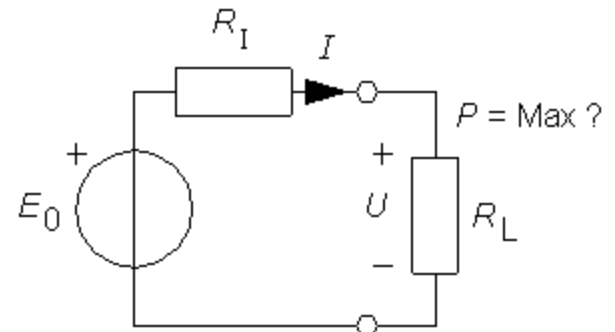
$$P = R_L \cdot I^2 \quad I = \frac{E_0}{R_I + R_L} \Rightarrow P = E_0^2 \cdot \frac{R_L}{(R_I + R_L)^2}$$

När har  $P(R_L)$  maximum? (Enklare beräkningar får man om man vänder på frågan till ”när har  $1/P$  minimum”).

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{E_0^2} \cdot \left( \frac{R_L^2}{R_L} + \frac{R_I^2}{R_L} + 2 \cdot \frac{R_I \cdot R_L}{R_L} \right) = \frac{1}{E_0^2} \cdot \left( R_L + 2 \cdot R_I + \frac{R_I^2}{R_L} \right)$$

$$\frac{d}{dR_L} \left( \frac{1}{P} \right) = \frac{d}{dR_L} \left( \frac{1}{E_0^2} \cdot \left( R_L + 2 \cdot R_I + \frac{R_I^2}{R_L} \right) \right) = 1 - \frac{R_I^2}{R_L^2} = 0 \Rightarrow R_L = R_I$$

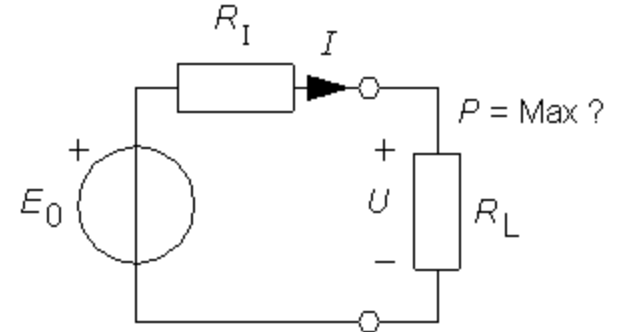
Maximal effekt får man om man väljer  $R_L = R_I$ .



# Effektanpassning

Hur stor blir den maximala effekten för  
 $R_L = R_I$ ?

$$P = E_0^2 \cdot \frac{R_L}{(R_I + R_L)^2} \quad R_I = R_L \quad \Rightarrow \quad P_{MAX} = \frac{E_0^2}{4 \cdot R_I}$$

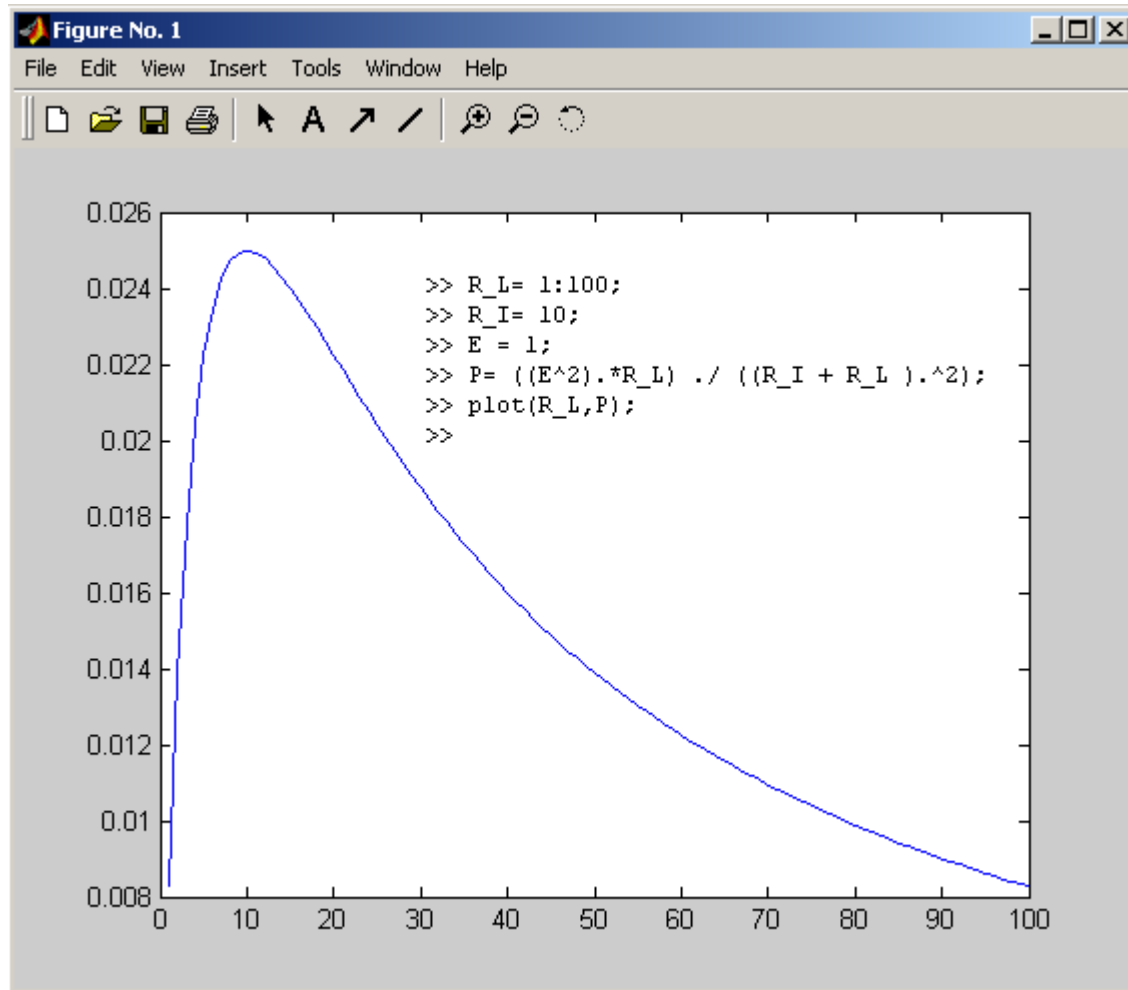


Hur stora blir förlusterna inuti tvåpolen?

Om  $R_L = R_I$  delas effekten lika mellan inre resistansen och lasten. Verkningsgraden blir 50% (= dålig).

Effektanpassning används därför bara när det är nödvändigt, tex för radiosändare.

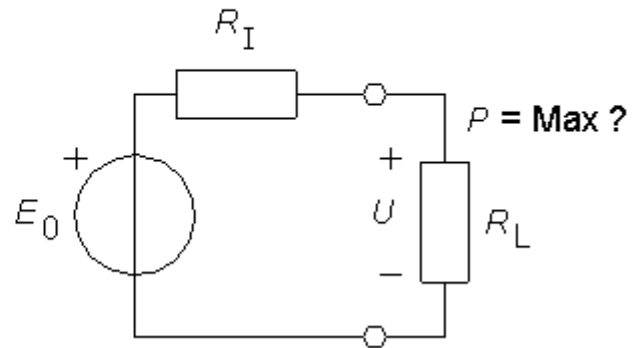
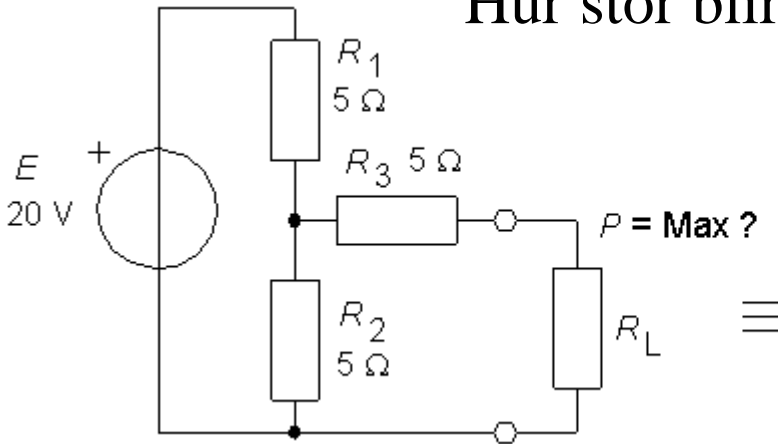
# Effektanpassning





# Ex. effektanpassning (9.5)

Välj belastningen  $R_L$  för största effekt.  
Hur stor blir effekten?



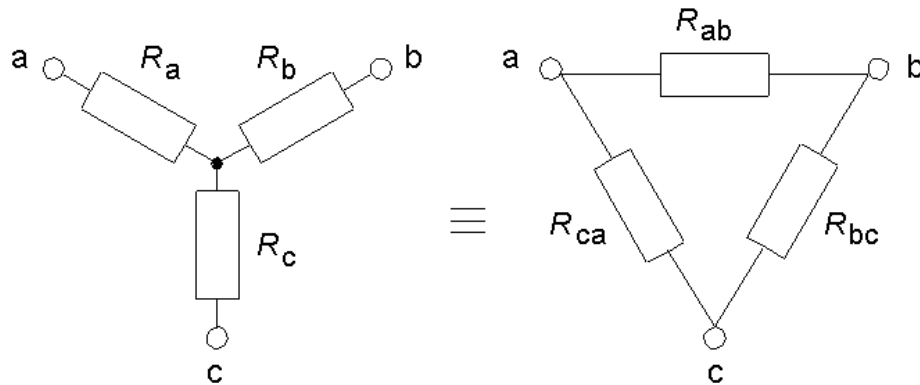
$$R_I = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 5 + \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} = 7,5$$

$$E_0 = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 20 \cdot \frac{5}{5 + 5} = 10$$

$$P_{\text{MAX}} = \frac{E_0^2}{4 \cdot R_I} = \frac{10^2}{4 \cdot 7,5^2} = 3,33 \text{ W}$$

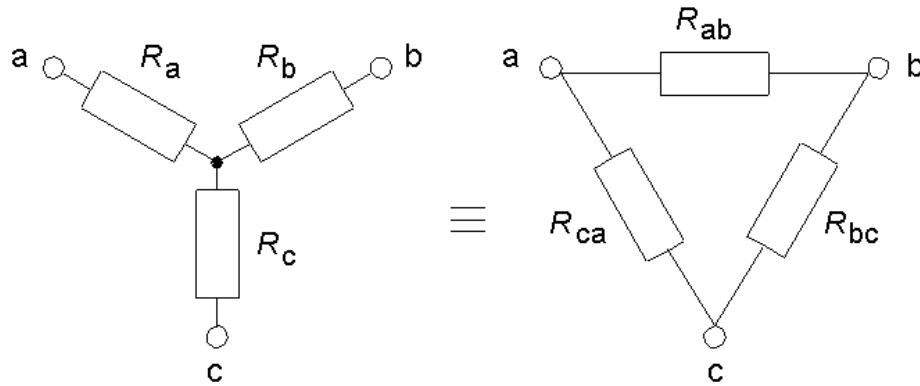
William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

# ( $\Delta$ Y transformation )



Ingen kan utifrån avgöra om tre resistorer är kopplade som ett Y eller som ett  $\Delta$ . Man kan därför ”transformera” från den ena konfigurationen till den andra om det passar resten av kretsen bättre!

# ( $\Delta$ Y transformation )



$$R_a = \frac{R_{ab} \cdot R_{ca}}{R_{ab} + R_{ca} + R_{bc}}$$

$$R_b = \frac{R_{ab} \cdot R_{bc}}{R_{ab} + R_{ca} + R_{bc}}$$

$$R_c = \frac{R_{ca} \cdot R_{bc}}{R_{ab} + R_{ca} + R_{bc}}$$

$$R_{ab} = R_a \cdot R_b \left( \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} \right)$$

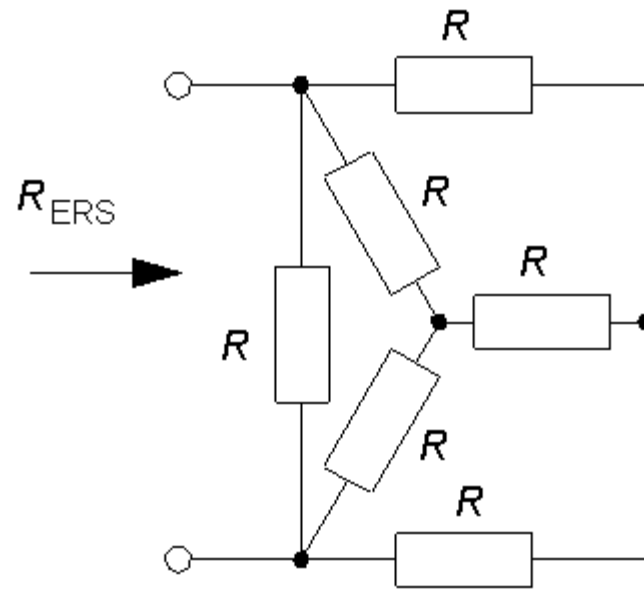
$$R_{bc} = R_b \cdot R_c \left( \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} \right)$$

$$R_{ca} = R_c \cdot R_a \left( \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} \right)$$

# ( Ex. Y- $\Delta$ transformation )

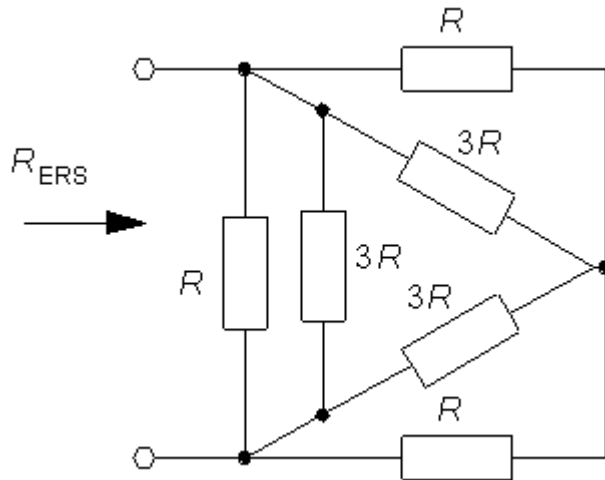
Beräkna ersättningsresistansen  $R_{ERS} = ?$

Det vore enklare om de inre resistorerna vore kopplade som ett  $\Delta$  i stället för som ett Y.



# ( Ex. Y- $\Delta$ transformation )

Om resistorerna har samma värde så gäller:  $R_{\Delta} = 3 \cdot R_Y$ .



$$R // 3R = \frac{R \cdot 3R}{R + 3R} = \frac{3}{4} R$$

$$R_{ERS} = \frac{\left(\frac{3}{4} + \frac{3}{4}\right) \cdot \frac{3}{4}}{\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4}} \cdot R = \frac{6 \cdot 3}{9} \cdot R = \frac{R}{2}$$

William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)