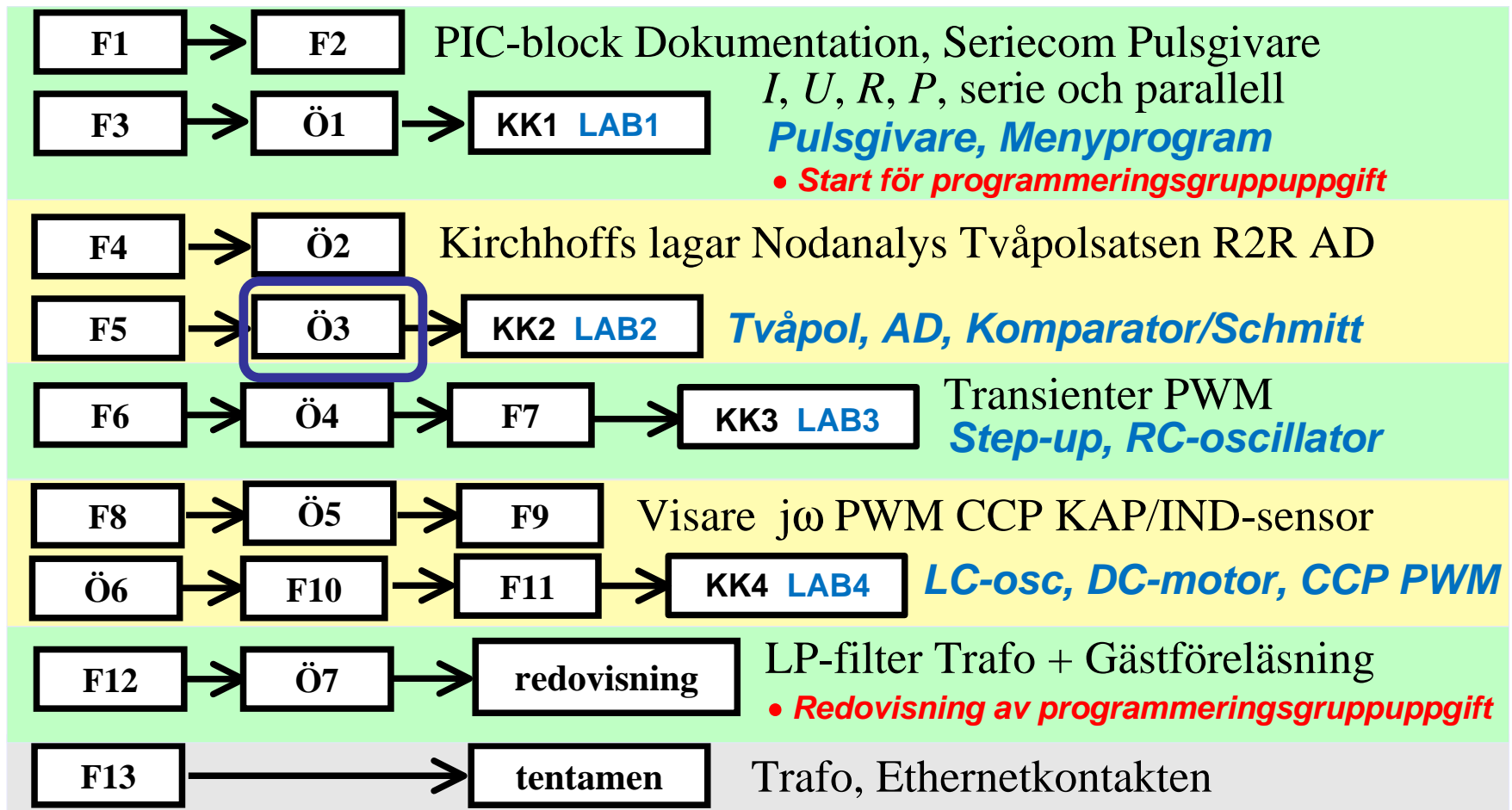
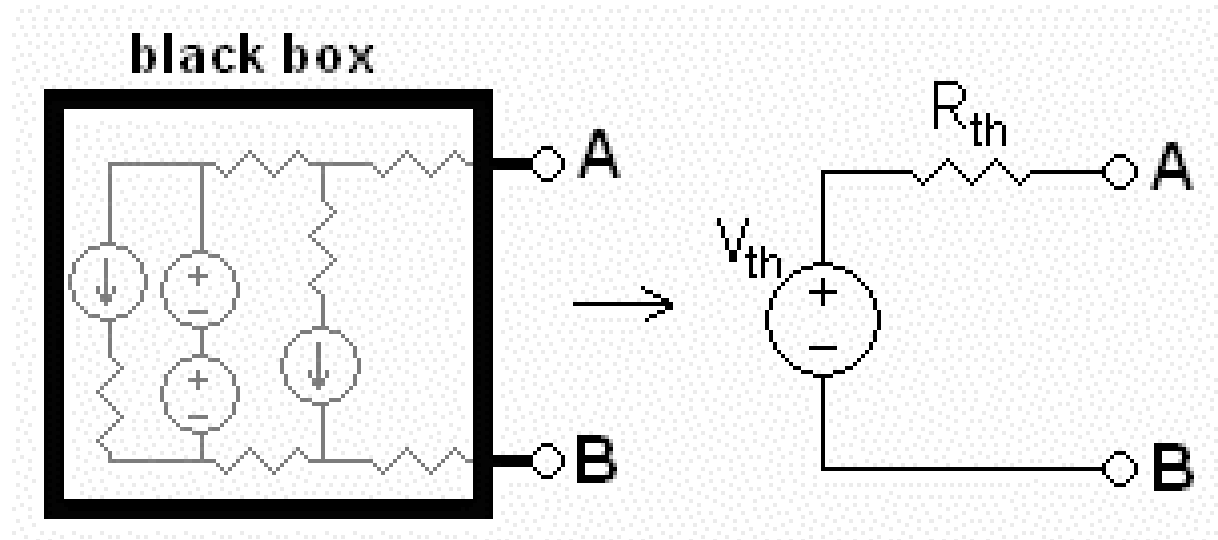


# IE1206 Inbyggd Elektronik



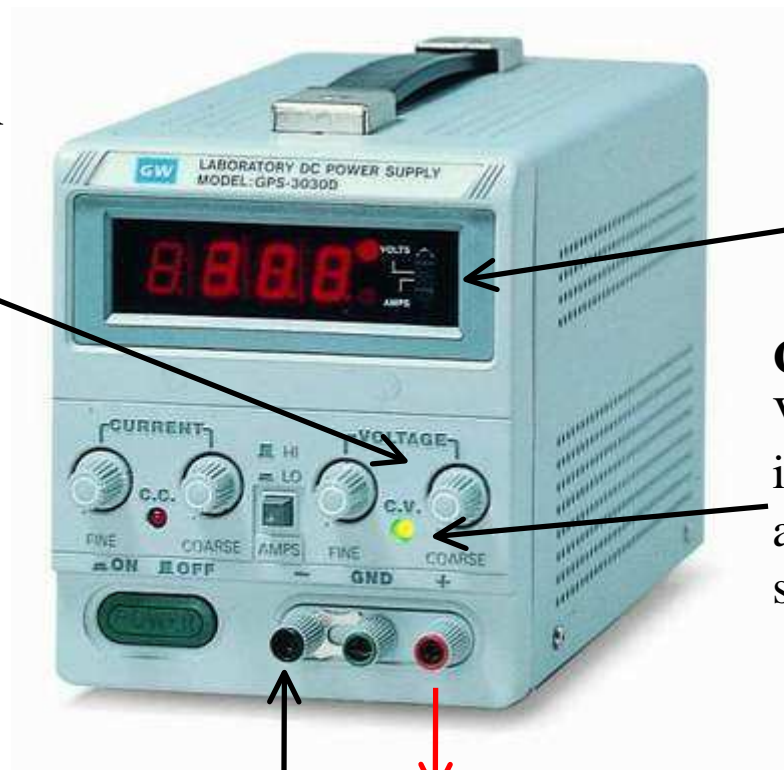
# Tvåpolssatsen – Black box



? = !

# Spänningsaggregatet

VOLTAGE  
ratt för att ställa in  
konstant spänning  
Grov och  
fininställningsratt



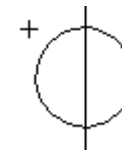
Knappar för att  
välja visning av  
spänning eller  
ström

Voltage/Amps

C.V. Continuous  
Voltage. Lysdiod som  
indikerar att aggregatet  
arbetar som  
spänningsgenerator.

+ och - pol

( GND är för att ansluta plåthöljet till +/- för att undertrycka störningar ).

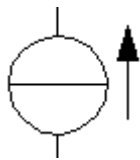


# Spänningsaggregatet

## CURRENT

ratt för att ställa in strömbegränsning  
Grov och fininställningsratt

C.C. Continuous Current.  
Lysdiod som indikerar att aggregatet arbetar som strömgenerator.

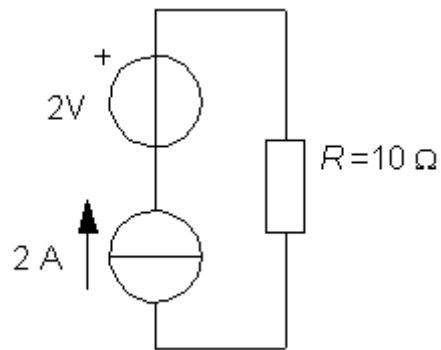
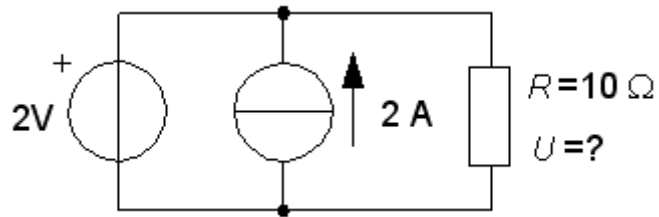


För att ställa in strömbegränsningen visar man Amps och kortsluter spänningspolerna.

Den inställda strömmen blir då den högsta ström som kan förekomma.

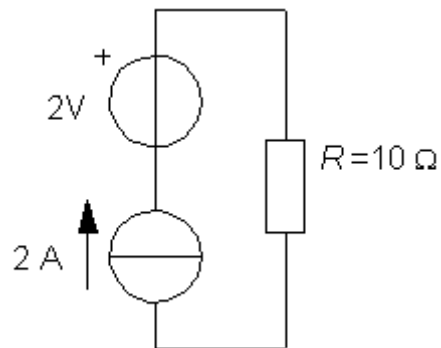
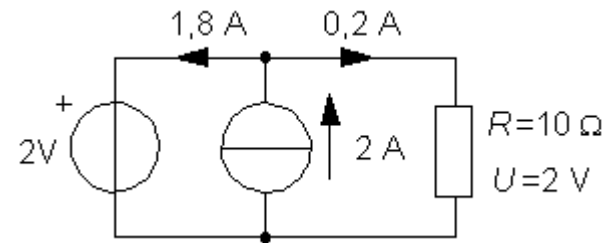
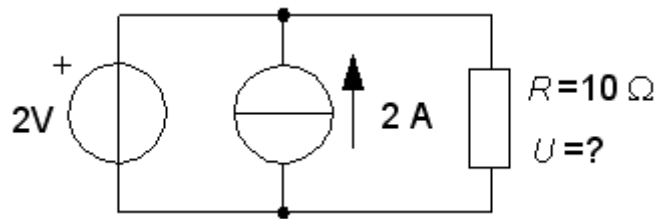
# Emk och strömgenerator

(Ex. 8.1) Vilket värde får  $U$  i dessa idealiserade och vanligtvis verklighetsfrämmande kretsar.



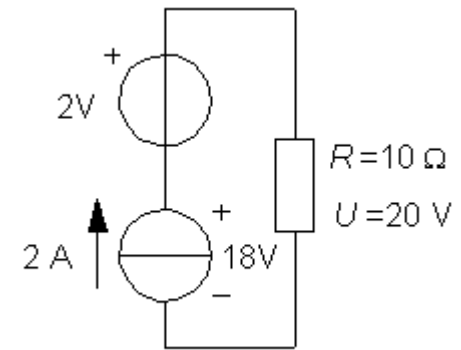
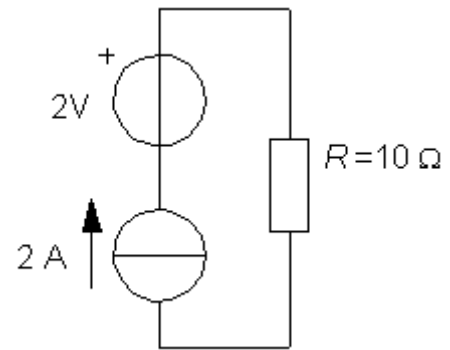
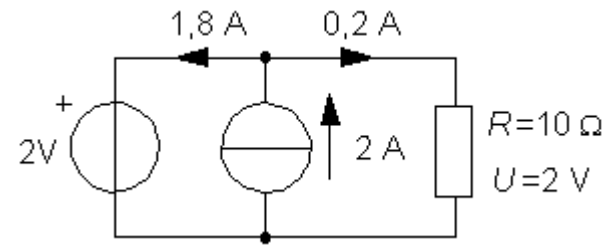
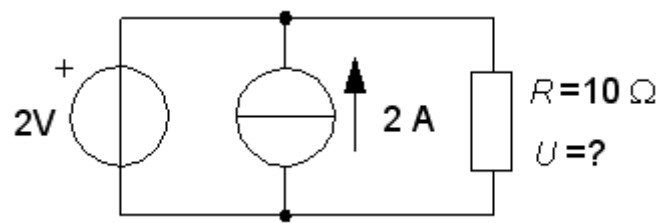
# Emk och strömgenerator

(Ex. 8.1) Vilket värde får  $U$  i dessa idealiserade och vanligtvis verklighetsfrämmande kretsar.



# Emk och strömgenerator

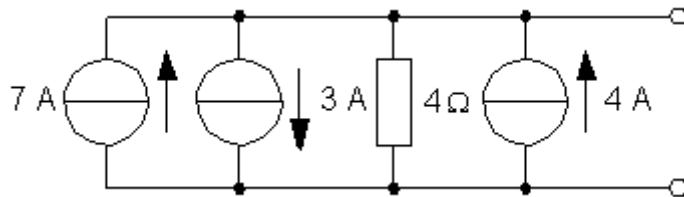
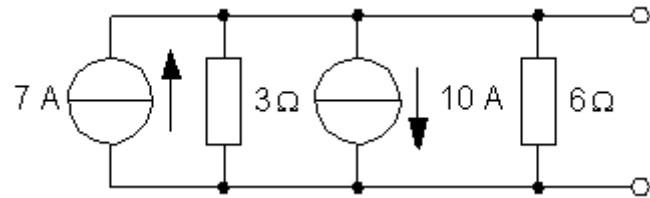
(Ex. 8.1) Vilket värde får  $U$  i dessa idealiserade och vanligtvis verklighetsfrämmande kretsar.



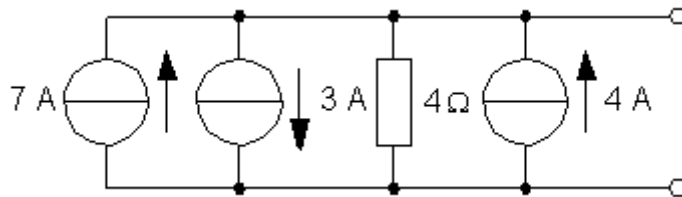
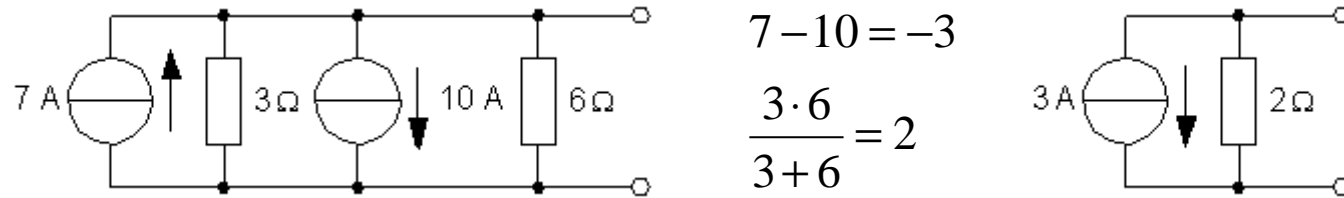
William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)



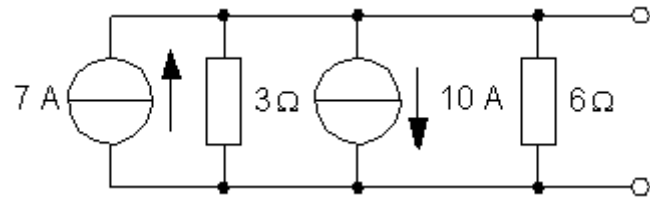
# Förenkla ... (8.2)



# Förenkla ... (8.2)

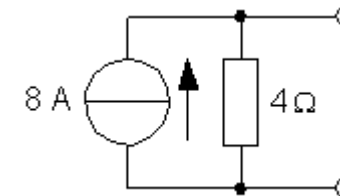
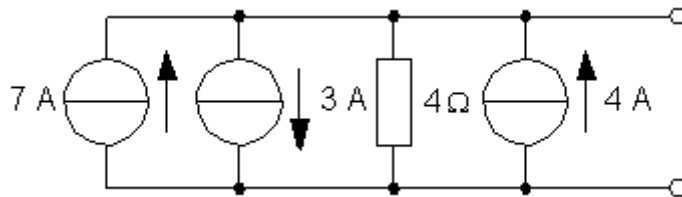
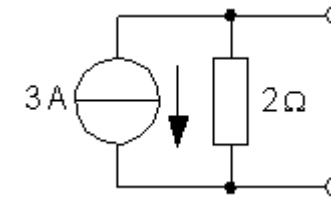


# Förenkla ... (8.2)



$$7 - 10 = -3$$

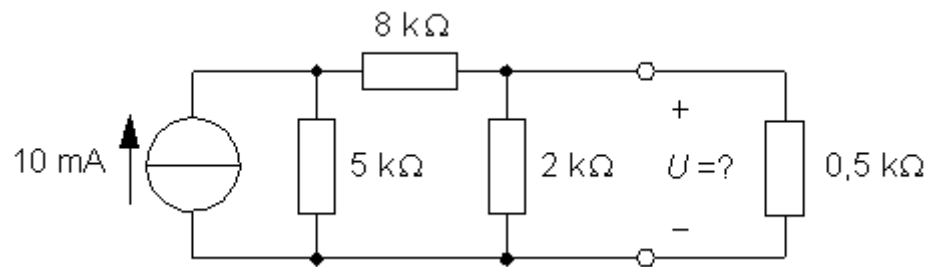
$$\frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2$$



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

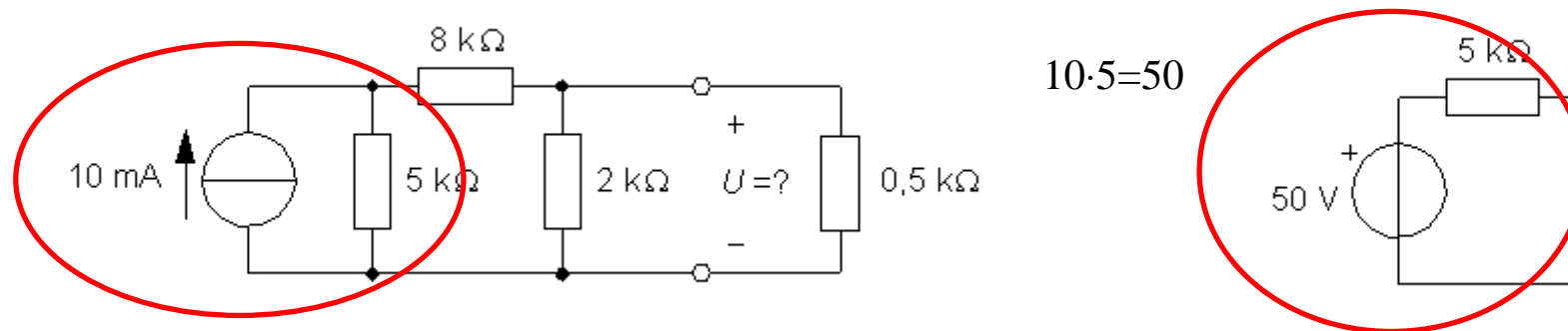
# Tvåpolssatsen steg för steg ...

(8.4) Elektronikprefix [V] [k $\Omega$ ] [mA]



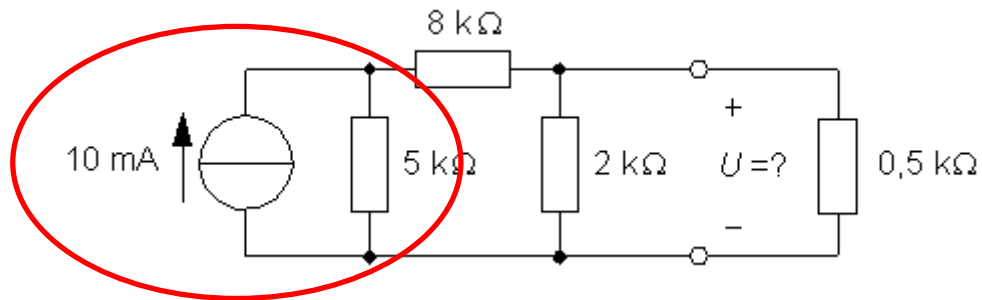
# Tvåpolssatsen steg för steg ...

(8.4) Elektronikprefix [V] [k $\Omega$ ] [mA]

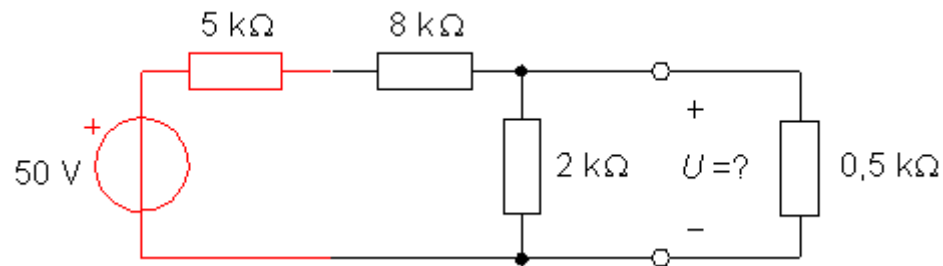
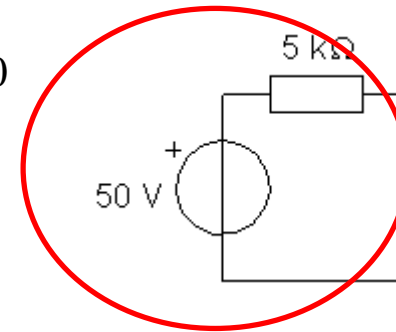


# Tvåpolssatsen steg för steg ...

(8.4) Elektronikprefix [V] [k $\Omega$ ] [mA]

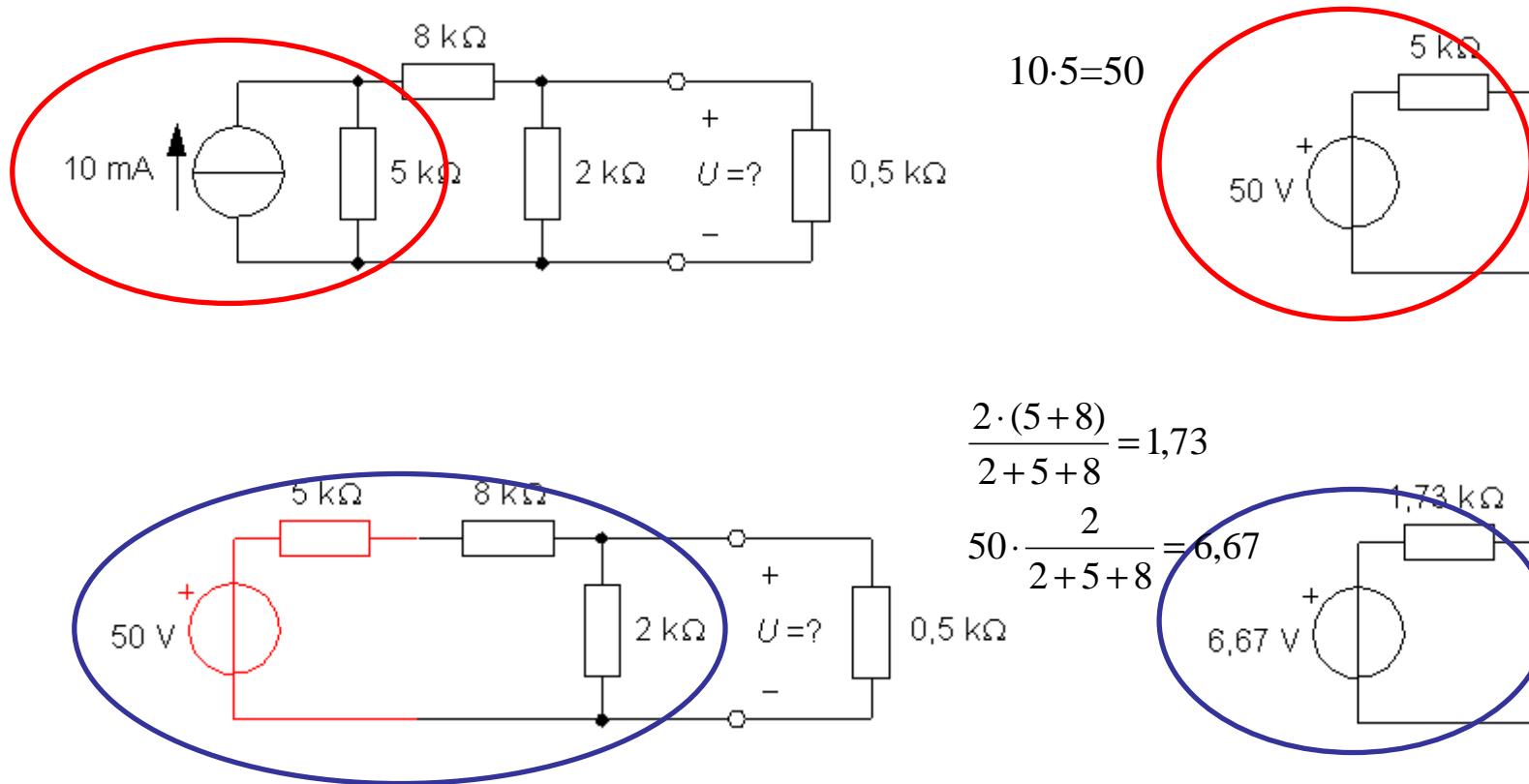


$$10 \cdot 5 = 50$$



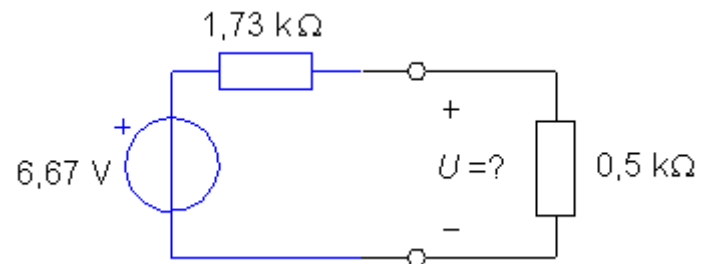
# Tvåpolssatsen steg för steg ...

(8.4) Elektronikprefix [V] [kΩ] [mA]





# Till sist ...

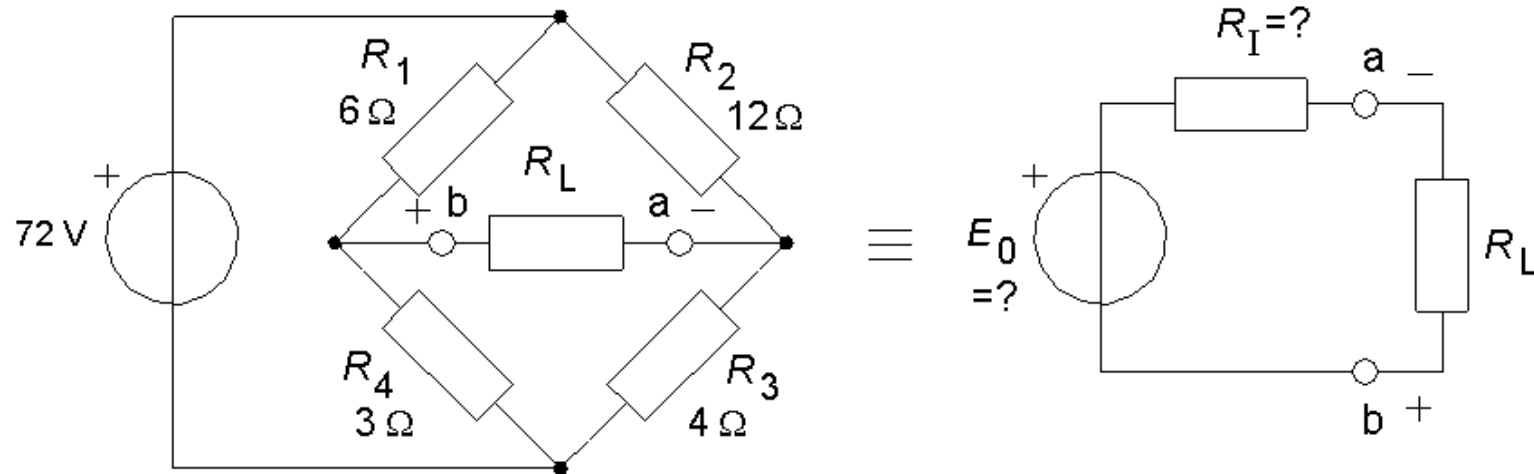


Spänningsdelningslagen:

$$U = 6,67 \cdot \frac{0,5}{0,5 + 1,73} = 1,49 \text{ V}$$

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

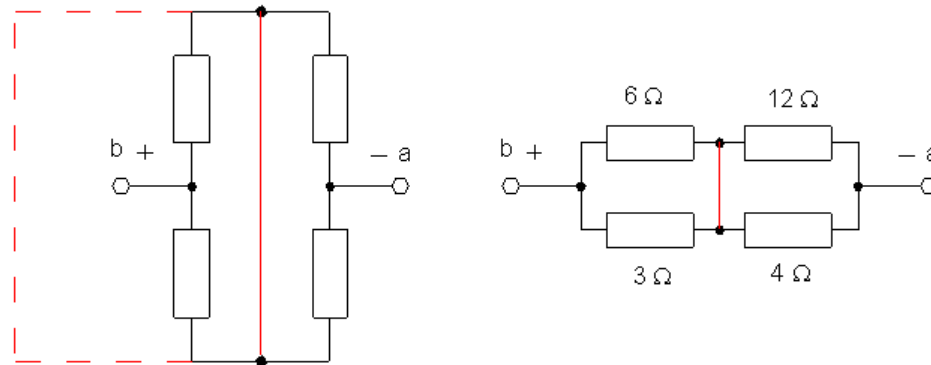
# (Wheatstonebryggans tvåpolsekvivalent)



Bestäm Wheatstonebryggans tvåpolsekvivalent.

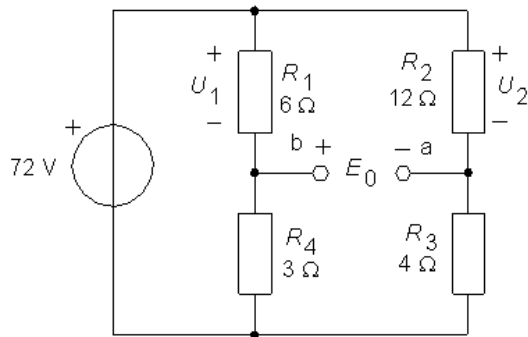
# ( Bestäm $R_I$ )

Emk  
nedvriden  
till "0"



$$R_I = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} + \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = 5\ \Omega$$

( Bestäm  $E_0$  )

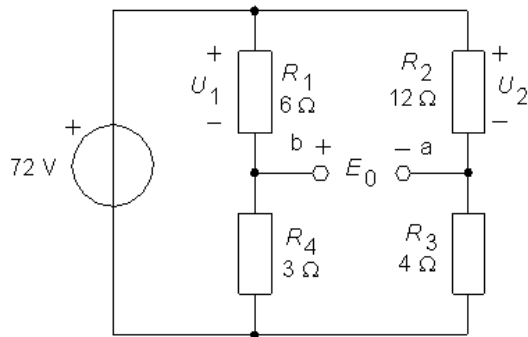


$$U_1 = 72 \cdot \frac{6}{6+3} = 48$$

$$U_2 = 72 \cdot \frac{12}{12+4} = 54$$

$$E_0 = 54 - 48 = 6\text{ V}$$

# Bestäm $E_0$

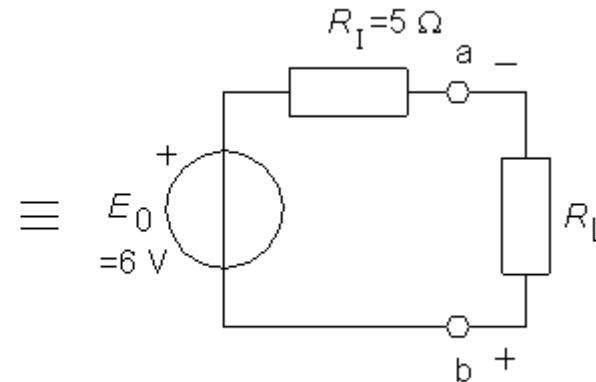
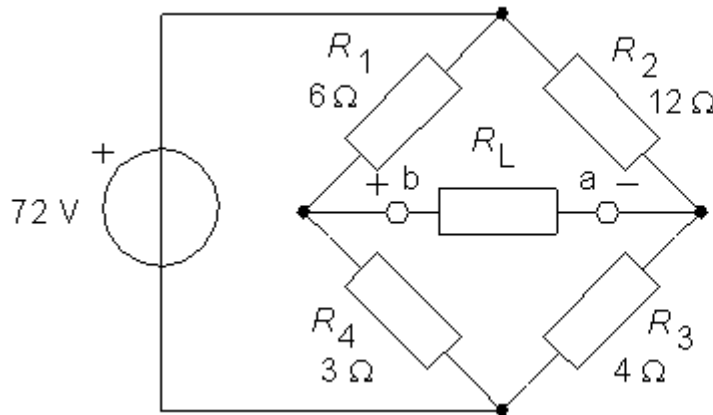


$$U_1 = 72 \cdot \frac{6}{6+3} = 48$$

$$U_2 = 72 \cdot \frac{12}{12+4} = 54$$

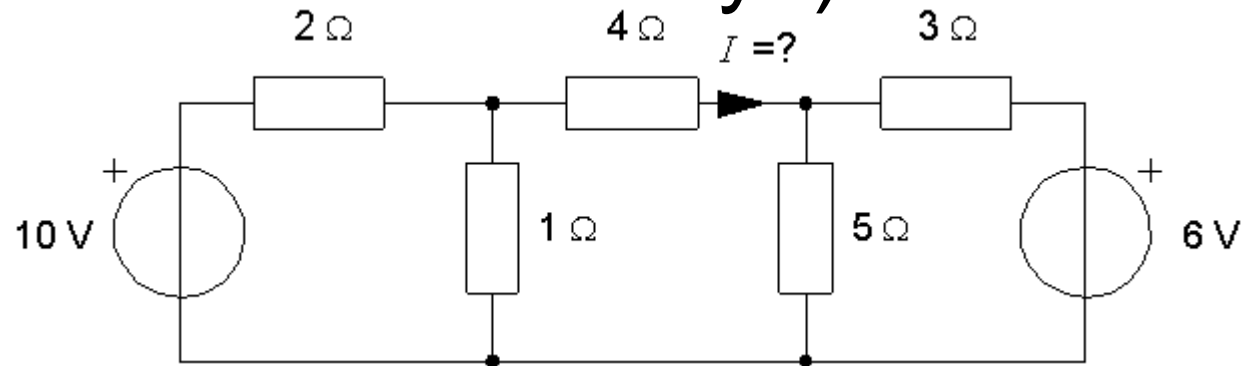
$$E_0 = 54 - 48 = 6 \text{ V}$$

*Klart!*



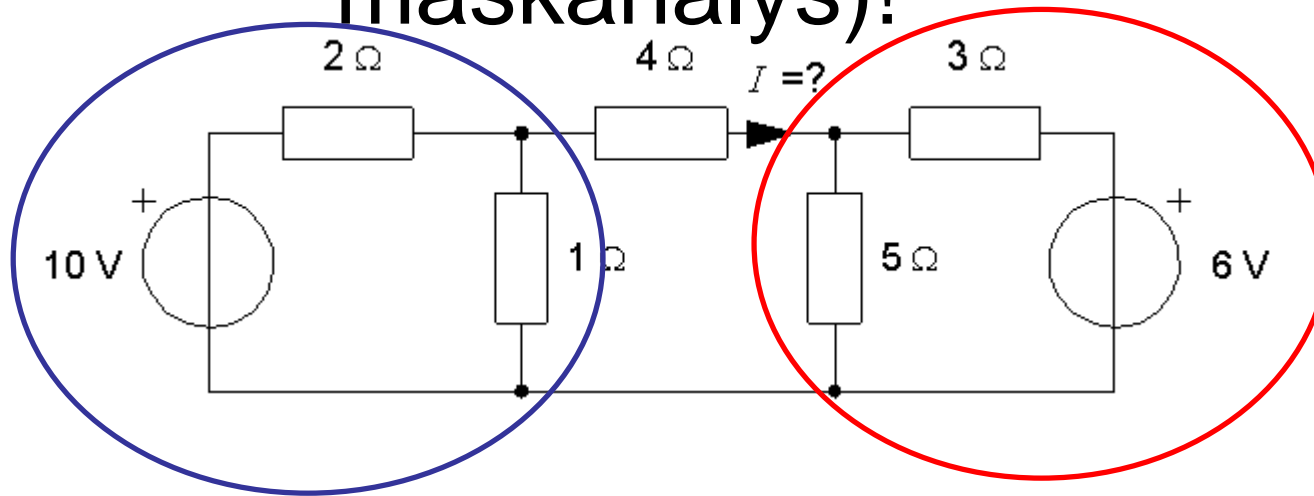
William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

# Tvåpolssatsen (i stället för maskanalys)!

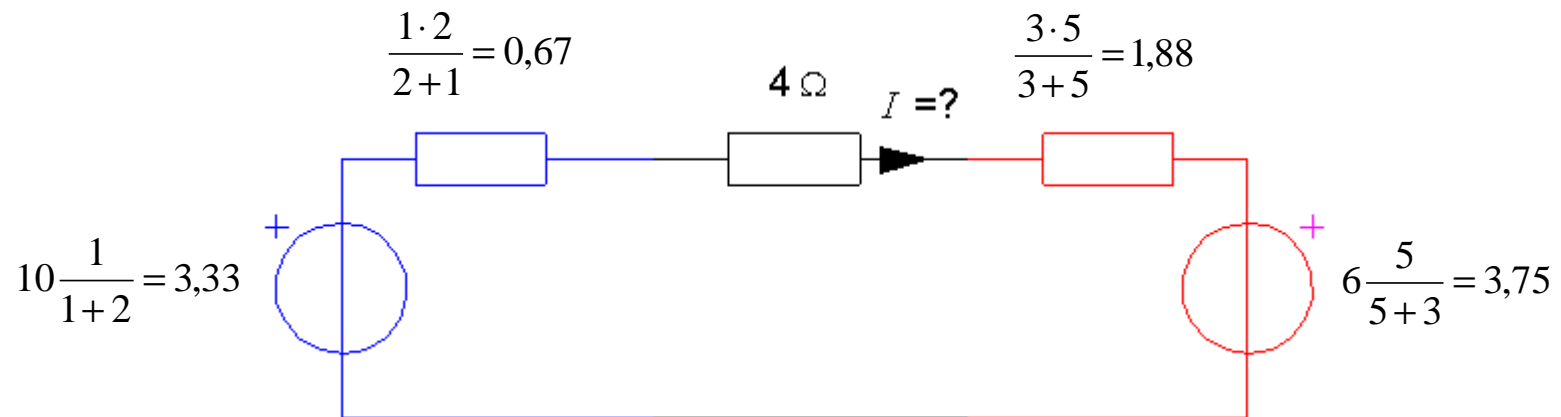
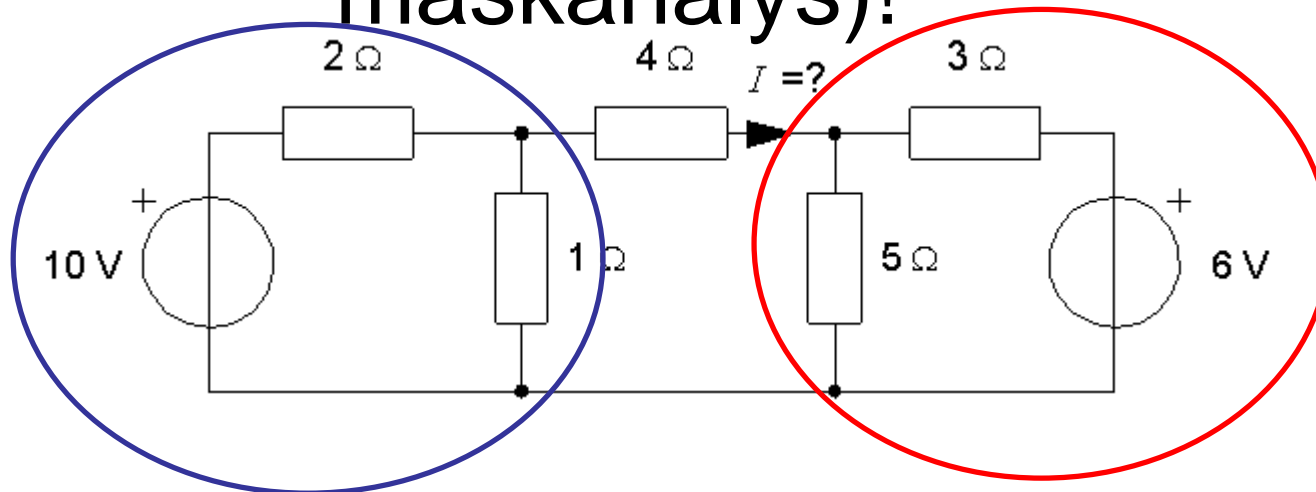




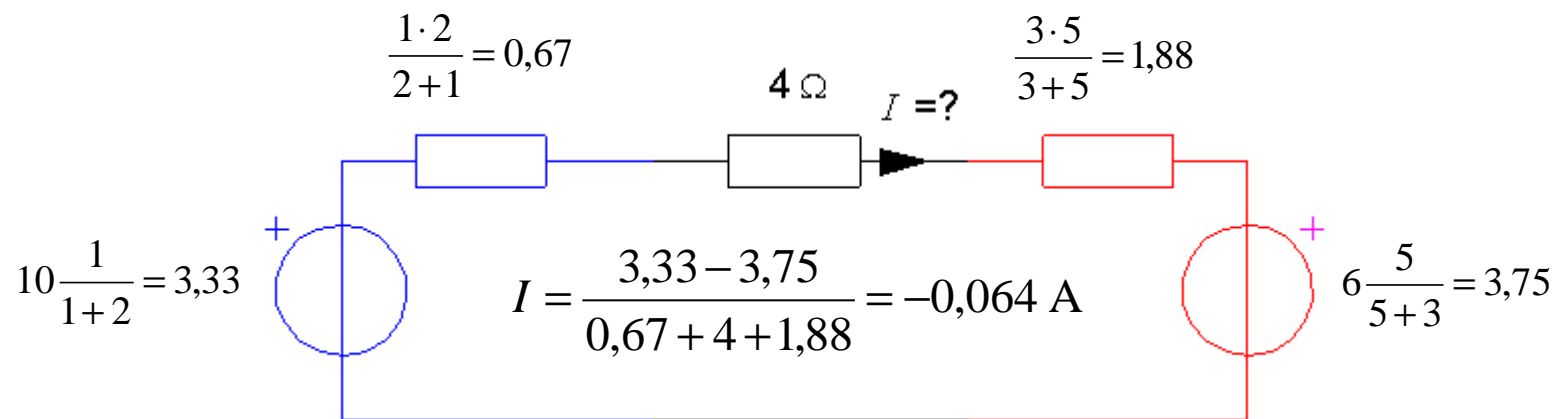
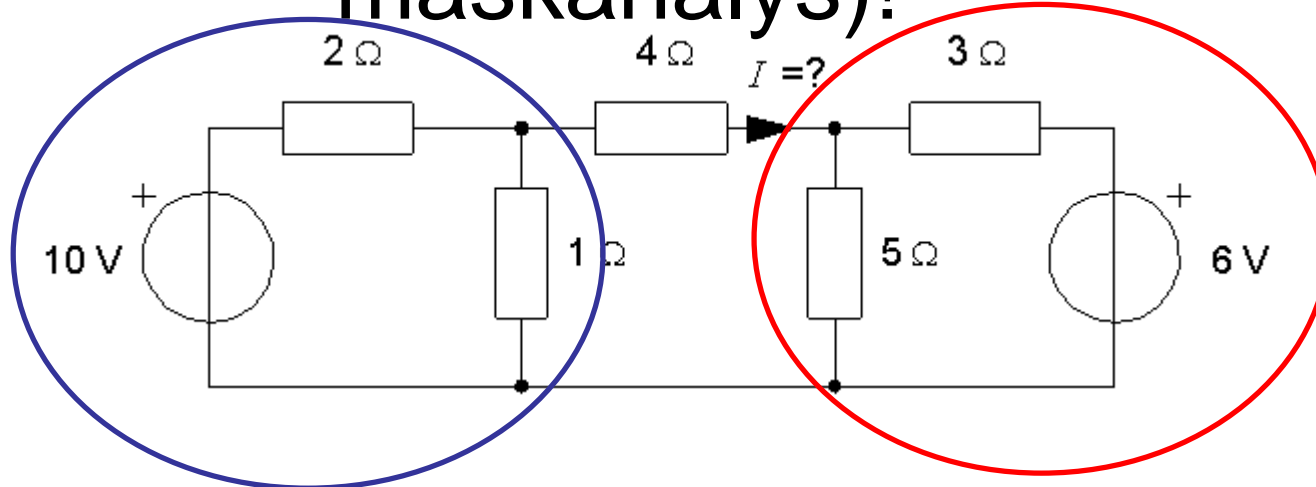
# Tvåpolssatsen (i stället för maskanalys)!



# Tvåpolssatsen (i stället för maskanalys)!



# Tvåpolssatsen (i stället för maskanalys)!



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

# Ex. strömgenerator vid nodanalys

(7.2)

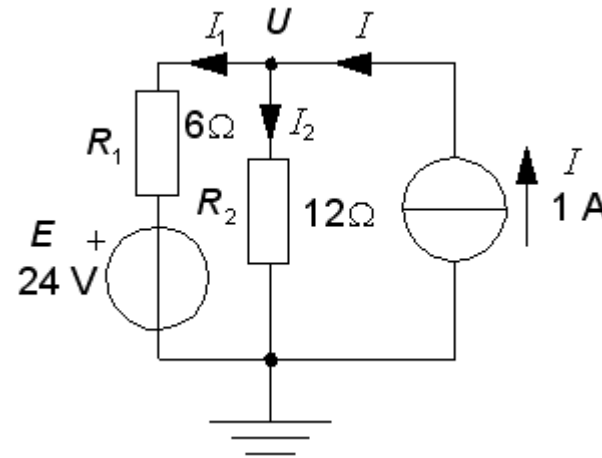
$$-I_1 - I_2 + 1 = 0 \quad I_1 + I_2 = 1$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{12}$$

$$I_1 = \frac{U - E}{R_1} = \frac{U - 24}{6}$$

$$1 = \frac{U}{12} + \frac{U - 24}{6} = \frac{2 \cdot U - 48 + U}{12} \quad \Leftrightarrow \quad 12 = 3 \cdot U - 48$$

$$U = 20 \text{ V}$$

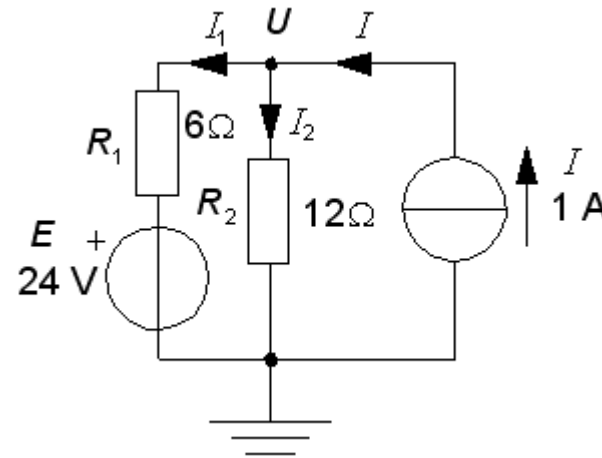


# Ex. nodanalys - strömmarna

$$I_2 = \frac{20}{12} = 1,67$$

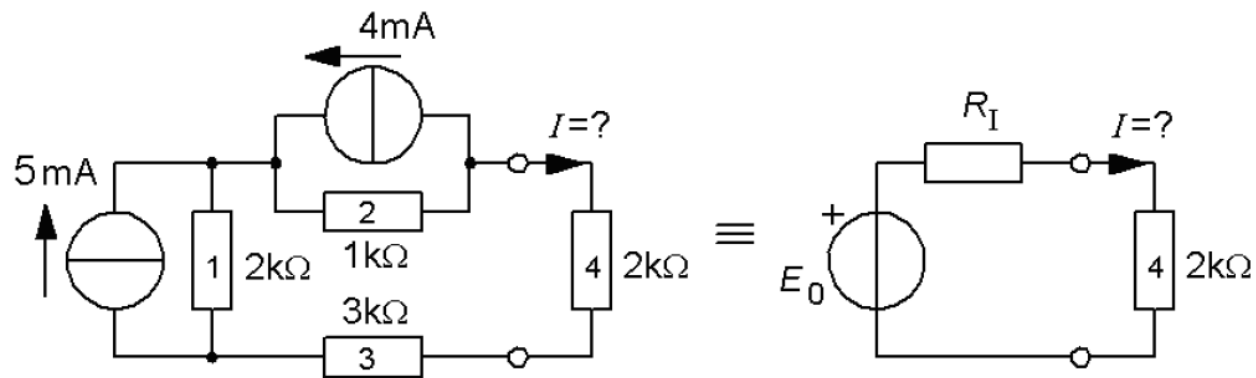
$$I_1 = \frac{20 - 24}{6} = -0,67$$

$$I_1 + I_2 = 1 \Rightarrow -0,67 + 1,67 = 1$$



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

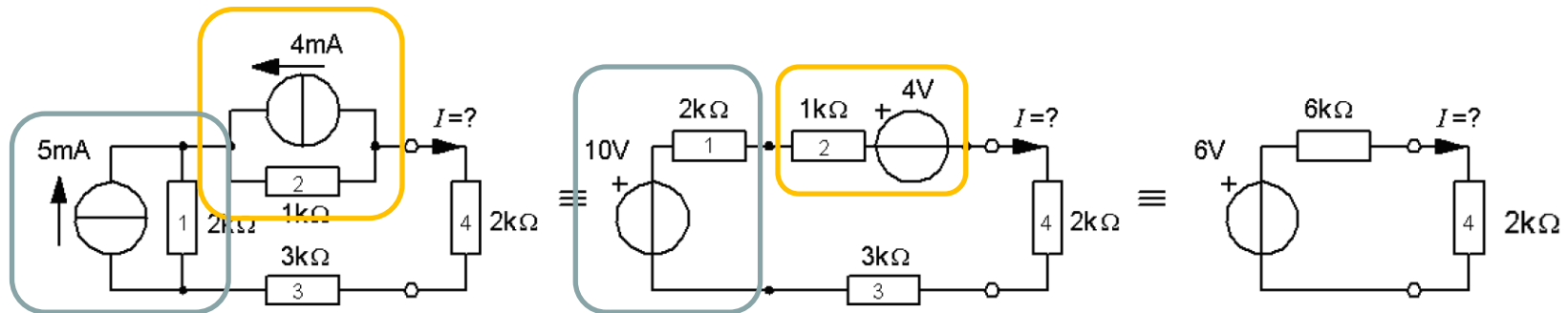
# Exempel 8.9



- Tag fram en ekvivalent Thevenin-tvåpol,  $E_0$   $R_I$ , till nätet med de två strömkällorna.
- Beräkna därefter hur stor strömmen  $I$  skulle bli då man ansluter en resistor  $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$  till originalnätet (eller ekvivalentnätet).



# Exempel 8.9

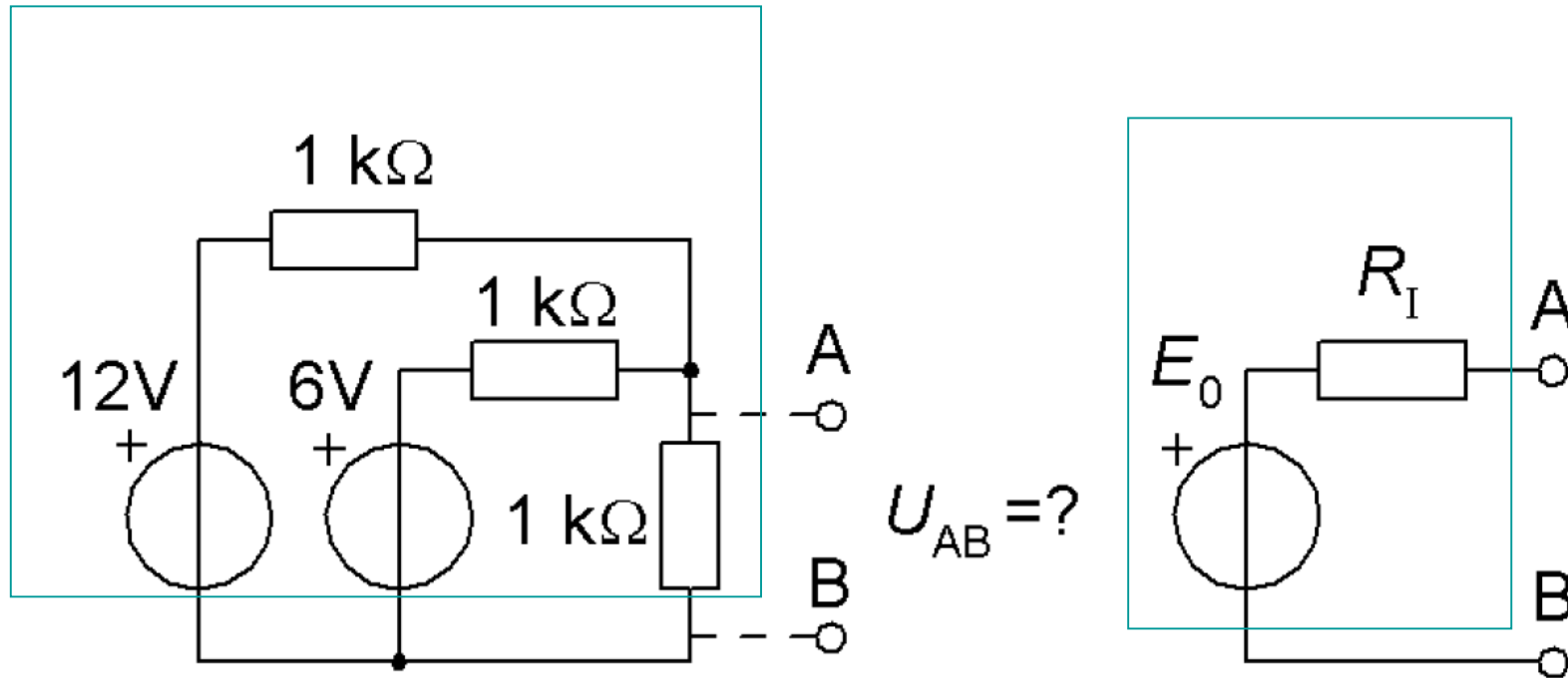


$$5\text{mA} \parallel 2\text{k}\Omega \Leftrightarrow 10\text{V} + 2\text{k}\Omega, \quad 4\text{mA} \parallel 1\text{k}\Omega \Leftrightarrow 4\text{V} + 1\text{k}\Omega \Rightarrow 6\text{V} + 6\text{k}\Omega$$

$$I = \frac{E_0}{R_I + R_L} = \frac{6}{6 + 2} = 0,75 \text{ mA}$$

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

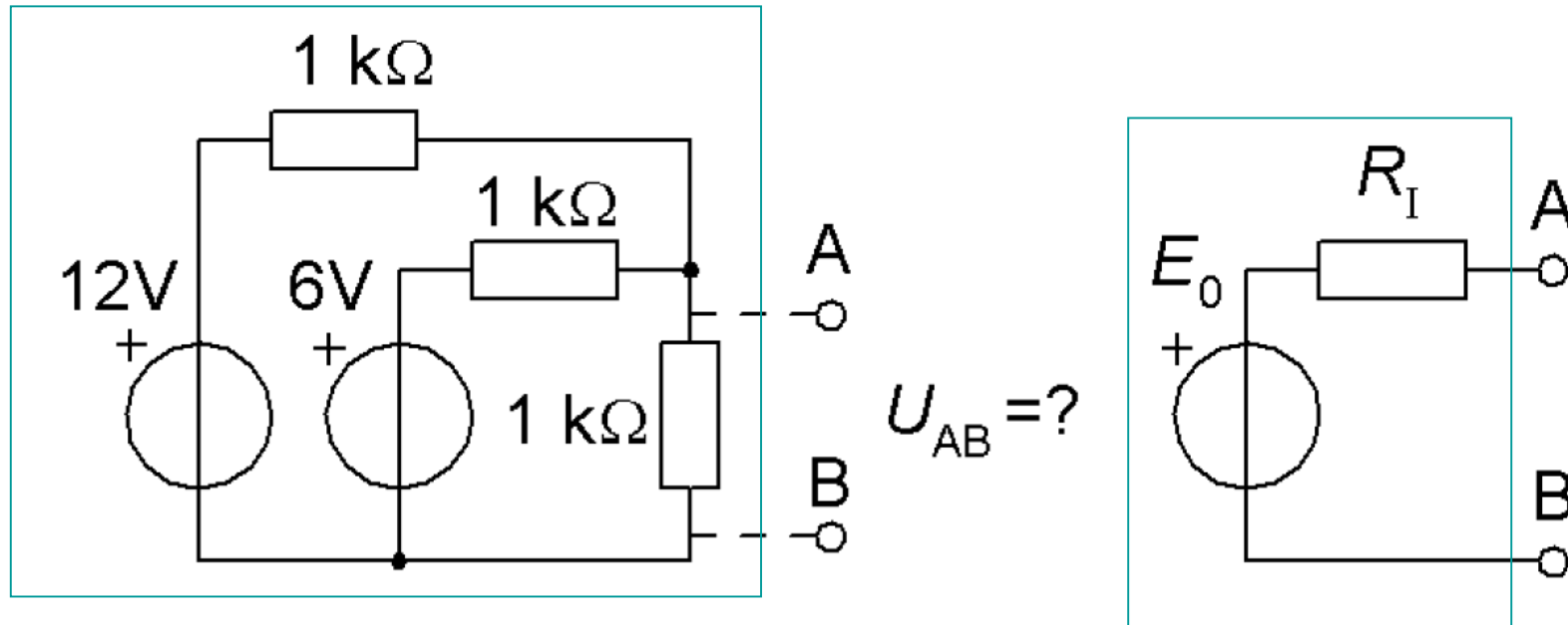
# Exempel 8.10



a) Ta fram en ekvivalent Thévenin-tvåpol,  $E_0$   $R_I$ , till nätet med de två spänningskällorna och de tre resistorena.

b) Hur stort är spänningsfallet  $U_{AB}$  över 1 kΩ resistorn i den ursprungliga kretsen?

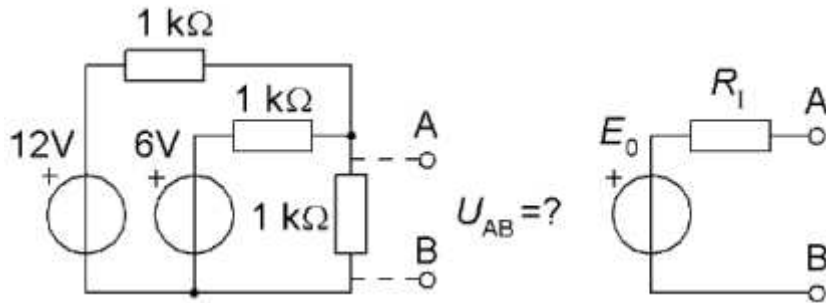
# Exempel (8.10)



- Tag fram en ekvivalent Thevenin-tvåpol,  $E_0$   $R_I$ , till nätet med de två spänningskällorna och de tre resistorerna.
- Hur stort är spänningsfallet  $U_{AB}$  över 1 kΩ resistorn i den ursprungliga kretsen?

# Exempel 8.10

Låt oss beräkna spänningafallet  $U_{AB}$  över  $1\text{ k}\Omega$  resistorn i kretsen, från Thevenin ekvivalenten, eftersom  $U_{AB}$  kommer att ha samma värde som  $E_0$ !



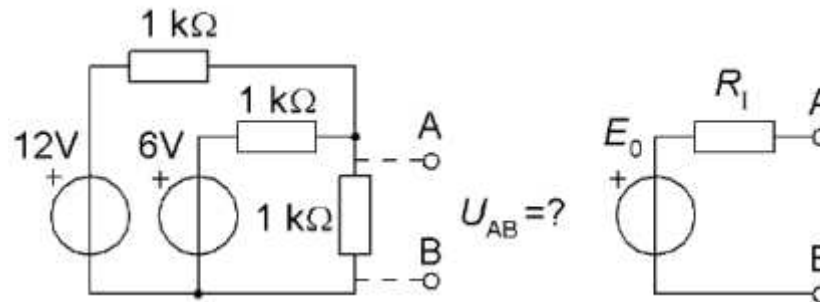
$R_I$  är den resistans man ser när båda spänningskällorna vridits ned till 0:

$$R_I = \frac{1}{\frac{1}{1\text{k}\Omega} + \frac{1}{1\text{k}\Omega} + \frac{1}{1\text{k}\Omega}} = \frac{1}{3}\text{k}\Omega$$

Antag att A och B är kortslutna. Den tredje  $1\text{ k}\Omega$  resistorn kommer då att bli strömlös och kan då ignoreras. Kortslutningsströmmen kommer från de två spänningskällorna genom deras  $1\text{ k}\Omega$  resistorer:

$$I_K = \frac{12\text{V}}{1\text{k}\Omega} + \frac{6\text{V}}{1\text{k}\Omega} = 18\text{ mA}$$

# Exempel (8.10)



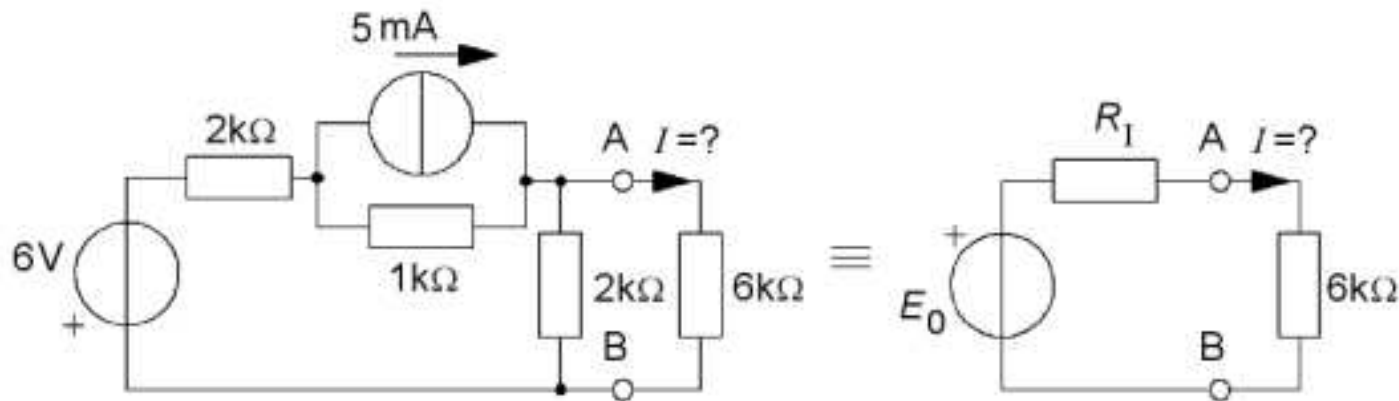
Thevenin equivalenten har samma kortslutningsström  $I_K = 18\text{ mA}$ . Detta gör det enkelt att räkna ut  $E_0$ :

$$I_K = \frac{E_0}{R_I} \Rightarrow E_0 = I_K \cdot R_I = 18 \cdot \frac{1}{3} = 6\text{ V}$$

Och spänningsfallet  $U_{AB}$  är samma som  $E_0$ .  $U_{AB} = 6\text{ V}$ .

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

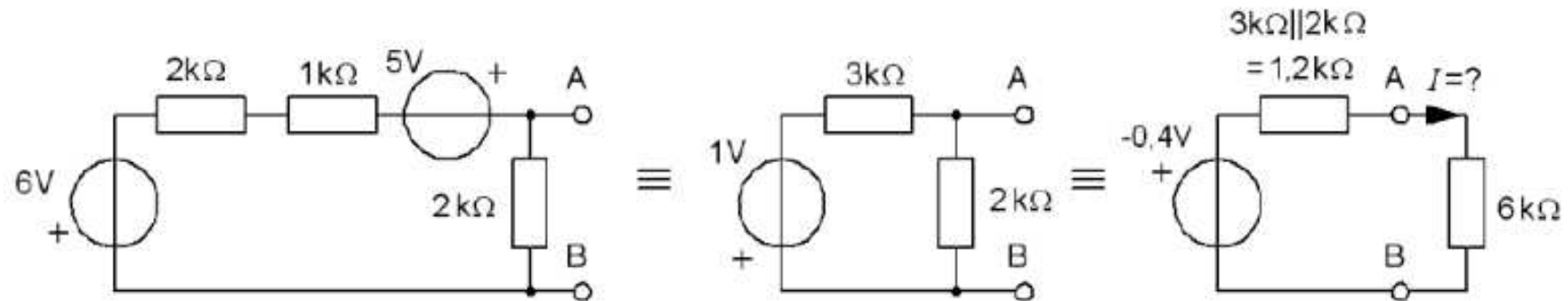
# Exempel (8.11)



- Ta fram Thevenin ekvivalenten,  $E_0$   $R_1$ , till kretsen med spänningskällan och strömkällan och de tre resistorerna. (6 kΩ resistorn ingår inte i kretsen).
- Beräkna hur stor strömmen  $I$  skulle bli i en resistor  $R = 6$  kΩ som ansluts mellan A-B? Vilken riktning skulle strömmen få?



# Exempel (8.11)



Strömkällan med  $1\text{ k}\Omega$  resistorn kan transformeras till en spänningskälla. Kretsen blir då en  $1\text{ V}$  spänningskälla med en spänningsdelare.

$$E_0 = 1 \frac{2}{3+2} = 0,4\text{ V} \quad R_I = \frac{3 \cdot 2}{3+2} = 1,2\text{ k}\Omega$$

Kretsens tomgångsspänning blir  $0,4\text{ V}$ , och den inre resistansen  $3\text{ k}\Omega \parallel 2\text{ k}\Omega = 1,2\text{ k}\Omega$ . Observera. Spänningskällan  $0,4\text{ V}$  är motriktad definitionen i figuren.

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