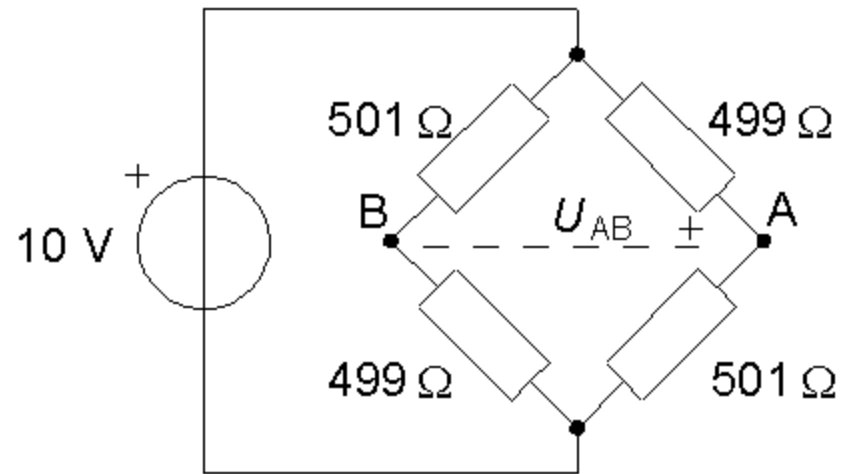


Wheatstonebryggans obalansspänning

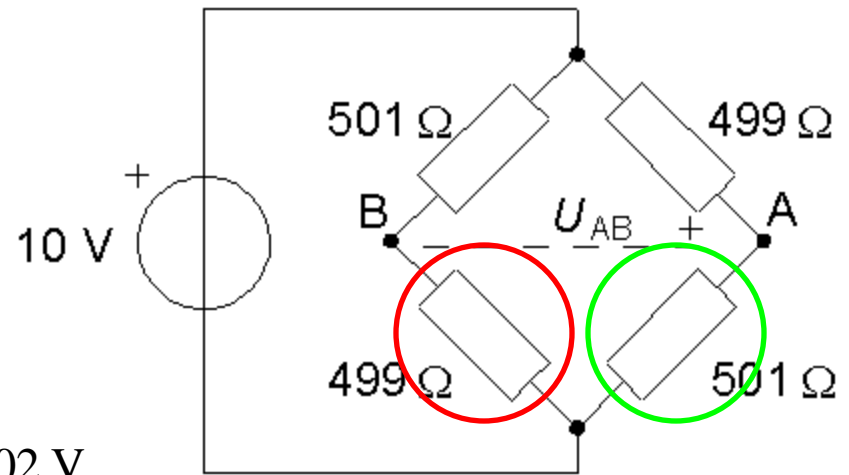
Punkterna A och B ligger på ungefär halva batterispänningen. A ligger närmare "+polen" och B närmare "-polen". Skillnaden U_{AB} kan mätas med en känslig millivoltmeter ansluten mellan A och B.



Wheatstonebryggans obalansspänning

Punkterna A och B ligger på ungefär halva batterispänningen. A ligger närmare "+polen" och B närmare "-polen". Skillnaden U_{AB} kan mätas med en känslig millivoltmeter ansluten mellan A och B.

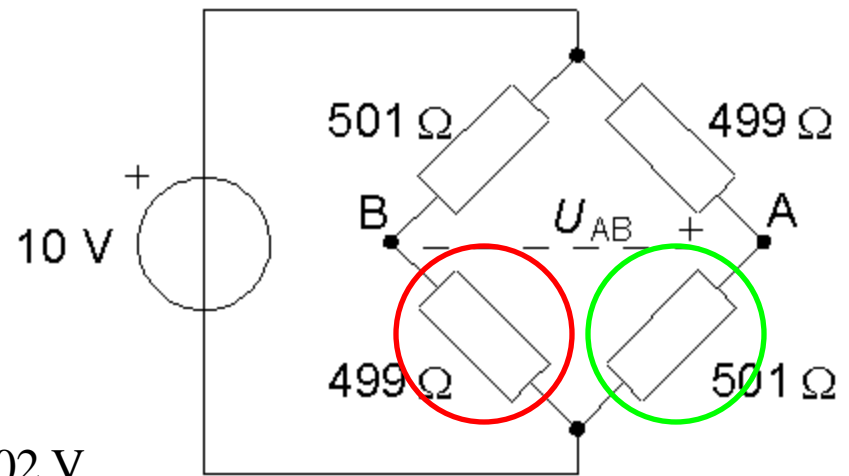
$$U_{AB} = 10 \frac{501}{499 + 501} - 10 \frac{499}{501 + 499} = 0,02 \text{ V}$$



Wheatstonebryggans obalansspänning

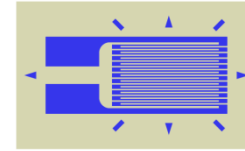
Punkterna A och B ligger på ungefär halva batterispänningen. A ligger närmare "+polen" och B närmare "-polen". Skillnaden U_{AB} kan mätas med en känslig millivoltmeter ansluten mellan A och B.

$$U_{AB} = 10 \frac{501}{499 + 501} - 10 \frac{499}{501 + 499} = 0,02 \text{ V}$$



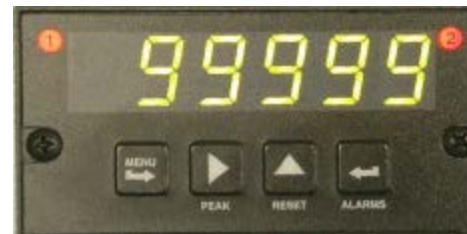
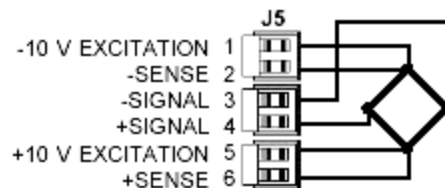
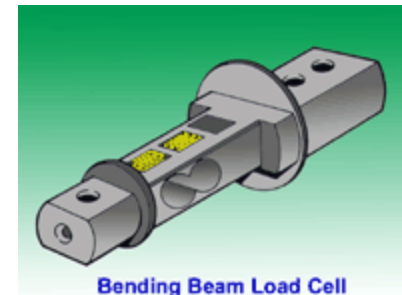
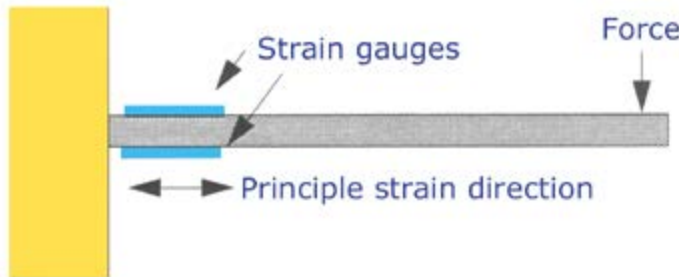
Varför har resistorerna värdena 501 respektive 499?

Lastcell

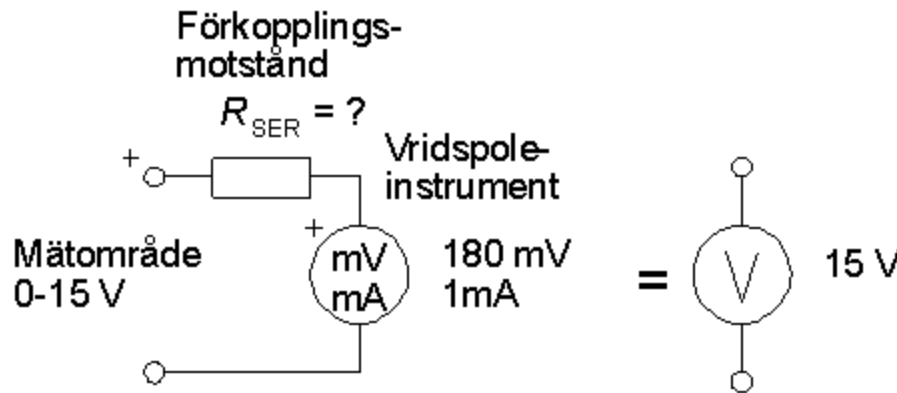


Industrivåg. Två trådtöjningsgivare på ovansidan av en balk ökar från 500 till 501. Två trådtöjningsgivare på undersidan av en balk minskar från 500 till 499.

Givarna är kopplade som en Wheatstonebrygga. Obalansspänningen ger ett direkt mått på kraften F (eller för en våg $F = mg$).



Vridspoleinstrument med förkopplingsmotstånd (4.1)



Beräkna ett förkopplingsmotstånd för 0...15V området.

Instrumentets resistans $R_I = 180 \text{ mV} / 1 \text{ mA} = 180 \Omega$.

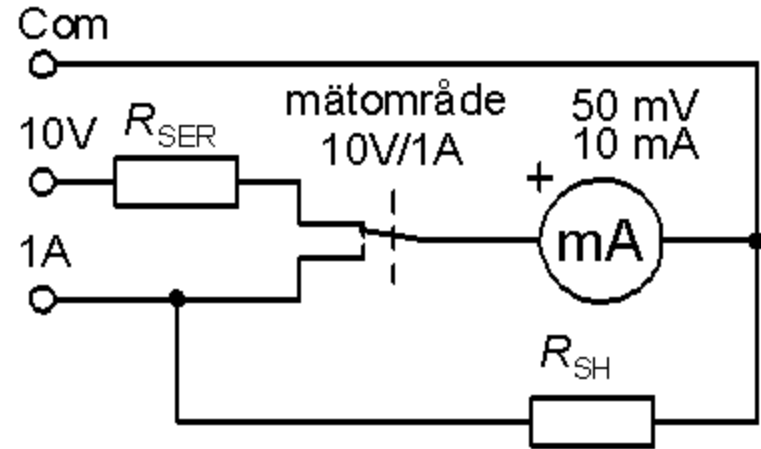
$I = 1 \text{ mA}$ vid 15 V . $U = I \cdot R \Rightarrow R = 15 \text{ k} \Omega$

Eftersom R_I är mycket mindre än $15 \text{ k} \Omega$ lär vi *inte* behöva ta hänsyn till instrumentets inre resistans.

$$R_{SER} = 15 \text{ k} \Omega$$

Kombinationsinstrument – två mätområden (4.2)

Man behöver tillverka ett mätinstrument för spänningsmätning 10V och strömmätning 1A. Man får tag på ett vridspoleinstrument med en skala som har tio skalstreck och som har känsligheten 10 mA för fullt utslag (instrumentets spänningsfall är 50 mV).

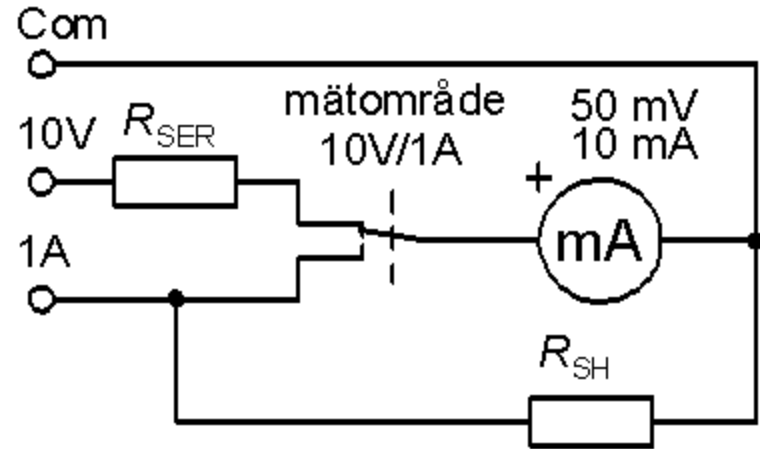


Det färdiga instrumentet består dessutom av en mätområdesomkopplare och ett seriemotstånd R_{SER} och ett shunt-motstånd R_{SH} . (Se figuren).

a) Beräkna R_{SER} (för spänningsmätning mellan kontakterna **10V** och **Com**)

Kombinationsinstrument – två mätområden (4.2)

Man behöver tillverka ett mätinstrument för spänningsmätning 10V och strömmätning 1A. Man får tag på ett vridspoleinstrument med en skala som har tio skalstreck och som har känsligheten 10 mA för fullt utslag (instrumentets spänningsfall är 50 mV).



Det färdiga instrumentet består dessutom av en mätområdesomkopplare och ett seriemotstånd R_{SER} och ett shunt-motstånd R_{SH} . (Se figuren).

a) Beräkna R_{SER} (för spänningsmätning mellan kontakterna **10V** och **Com**)

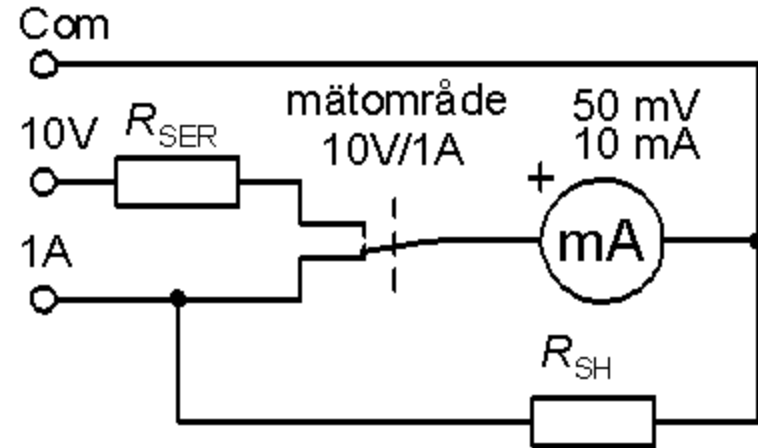
10V spänningsfall vid 10 mA ger $R = U/I = 10/10 \cdot 10^{-3} = 1000 \Omega$.

Instrumentets inre resistans $R_I = 50 \cdot 10^{-3} / 10 \cdot 10^{-3} = 5 \Omega$.

$R_{SER} = 1000 - 5 = 995 \Omega$, fast använder man 1000 Ω blir felet bara 0,5% och instrumentet är säkert sämre än så!

Kombinationsinstrument ...

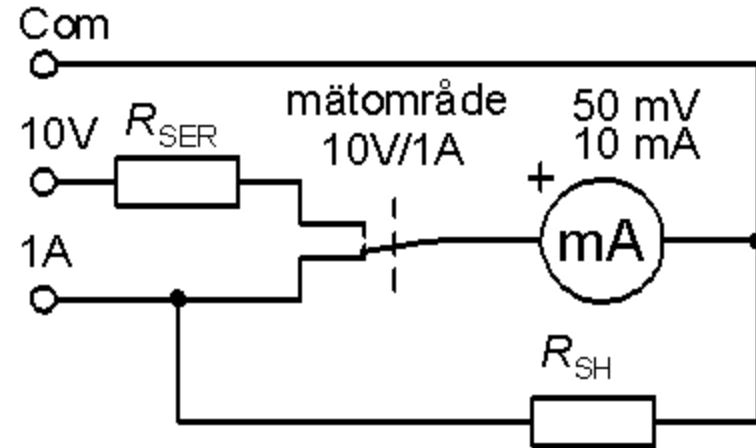
b) Beräkna R_{SH} (för ström-mätning mellan kontakterna **1A** och **Com**)



Kombinationsinstrument ...

b) Beräkna R_{SH} (för ström-mätning mellan kontakterna **1A** och **Com**)

1A ska ge spänningsfallet 50 mV.
 $R = U/I = 50 \cdot 10^{-3}/1 = 50 \cdot 10^{-3} \Omega$.
Instrumentets inre resistans 5Ω är 100 ggr större och påverkar därför bara med 1%. $R_{SH} = 50 \cdot 10^{-3} \Omega$.



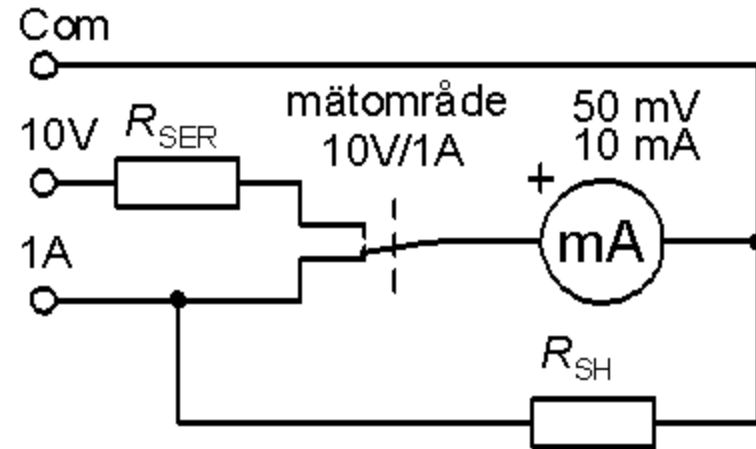
Kombinationsinstrument ...

b) Beräkna R_{SH} (för ström-mätning mellan kontakterna **1A** och **Com**)

1A ska ge spänningsfallet 50 mV.

$$R = U/I = 50 \cdot 10^{-3}/1 = 50 \cdot 10^{-3} \Omega.$$

Instrumentets inre resistans 5Ω är 100 ggr större och påverkar därför bara med 1%. $R_{SH} = 50 \cdot 10^{-3} \Omega$.

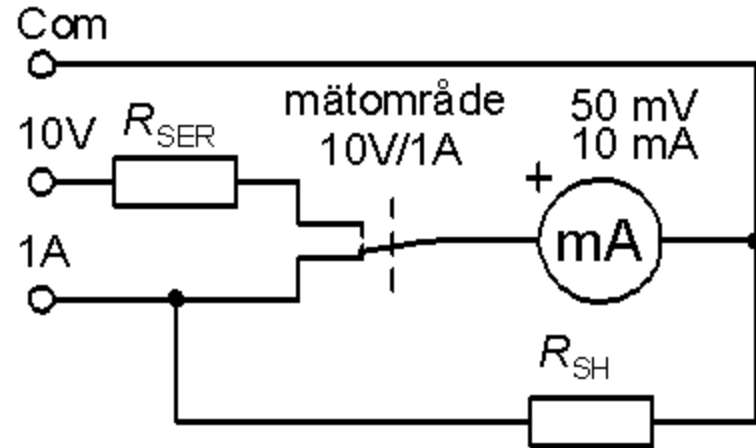


c) Man tillverkar shuntmotståndet R_{SH} av en konstantantråd med diametern $\varnothing 0,6$ mm. Hur lång konstantantråd behövs?

Kombinationsinstrument ...

b) Beräkna R_{SH} (för ström-mätning mellan kontakterna **1A** och **Com**)

1A ska ge spänningsfallet 50 mV.
 $R = U/I = 50 \cdot 10^{-3}/1 = 50 \cdot 10^{-3} \Omega$.
 Instrumentets inre resistans 5Ω är 100 ggr större och påverkar därför bara med 1%. $R_{SH} = 50 \cdot 10^{-3} \Omega$.

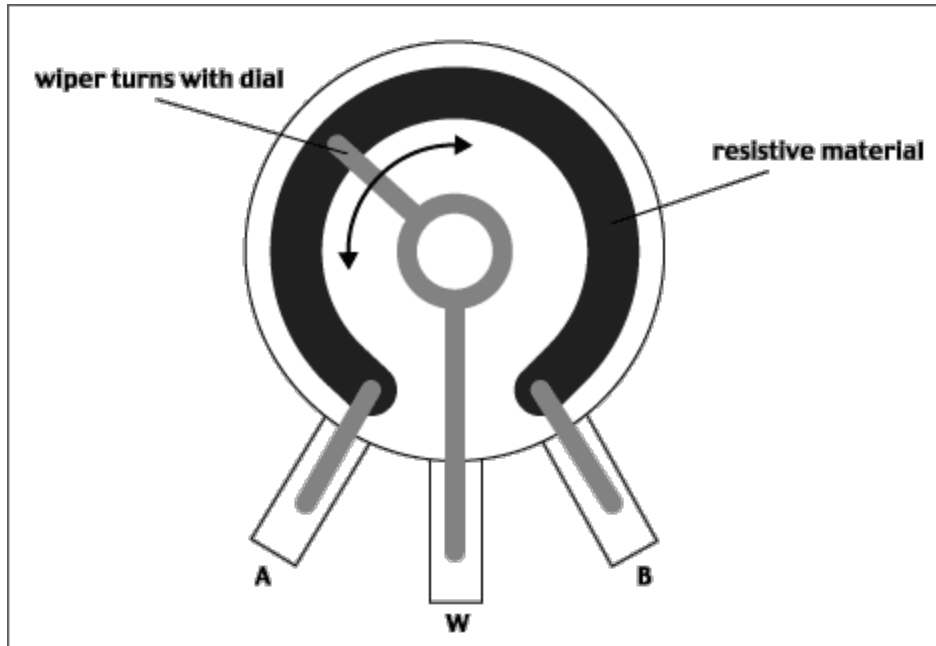
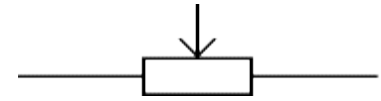


c) Man tillverkar shuntmotståndet R_{SH} av en konstantantråd med diametern $\varnothing 0,6$ mm. Hur lång konstantantråd behövs?

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \rho_{KNST} = 0,5 \quad A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \Rightarrow \quad l = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot R}{\rho_{KNST}} = \frac{\pi \cdot 0,6^2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 0,5} = 28,3 \text{ mm}$$

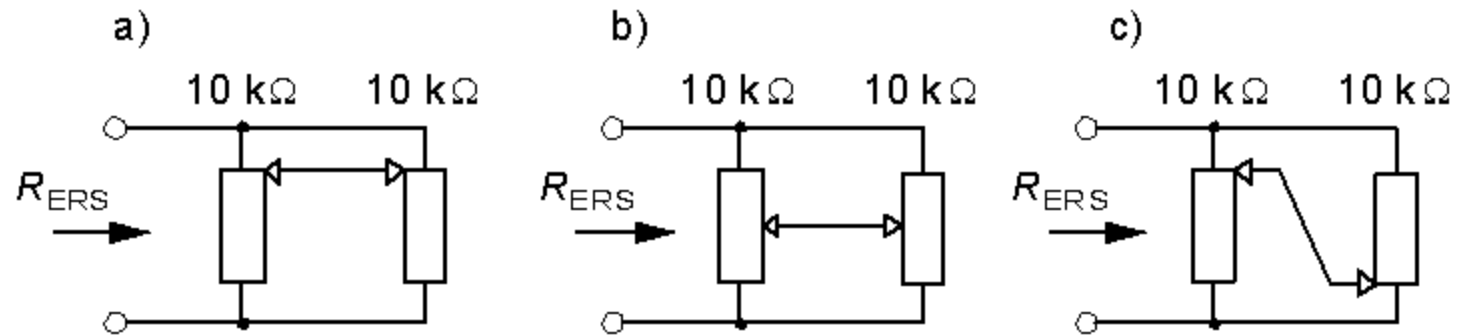
William Sandqvist william@kth.se

Potentiometer

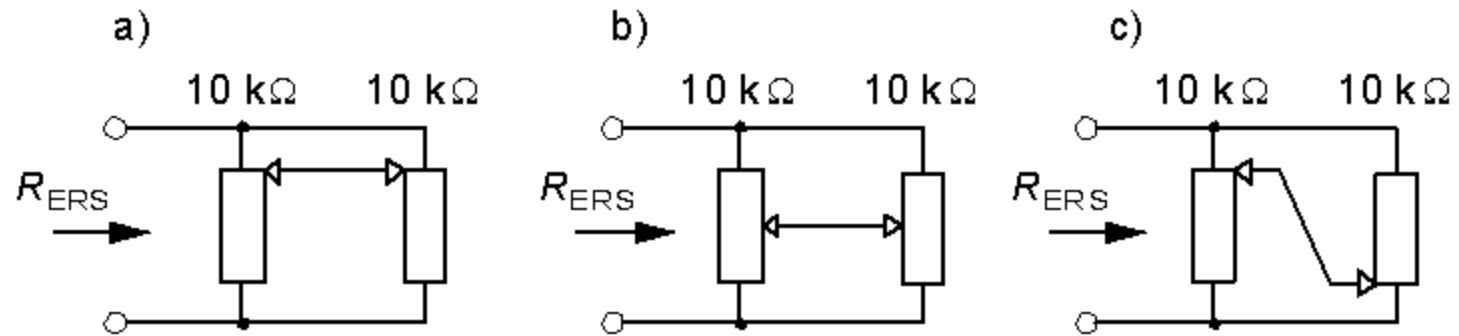


Utförande på våra laborationer.

Ersättningsresistans (1.9)



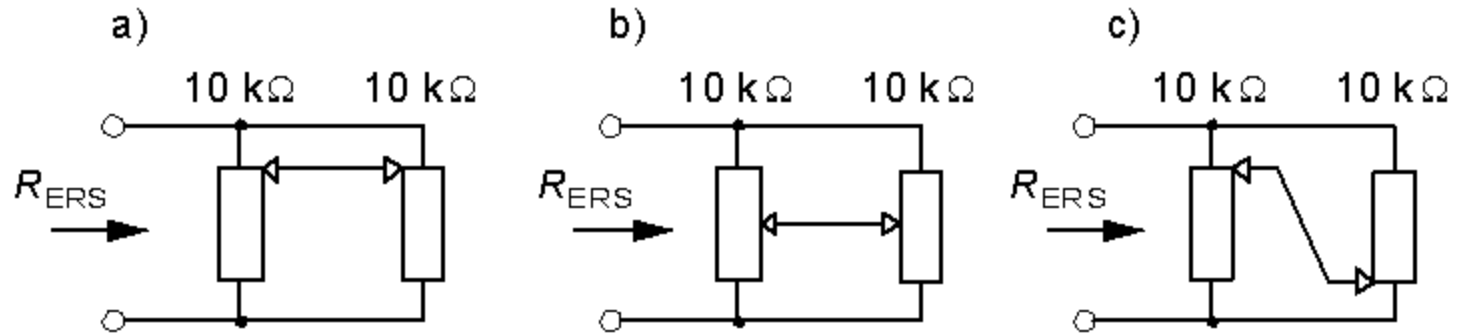
Ersättningsresistans (1.9)



a) $R_{ERS} = 10/2 = 5 \text{ k}\Omega$



Ersättningsresistans (1.9)

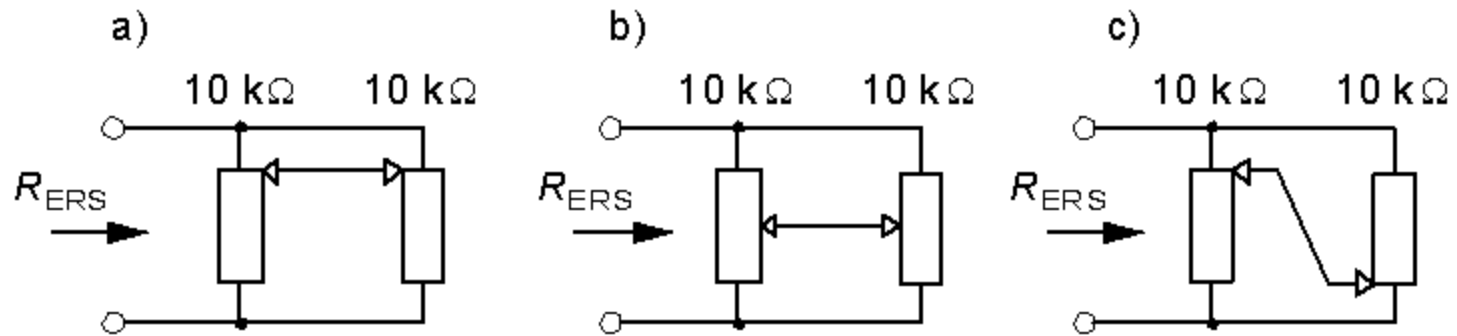


a) $R_{ERS} = 10/2 = 5 \text{ k}\Omega$

b) $R_{ERS} = 5/2 + 5/2 = 5 \text{ k}\Omega$



Ersättningsresistans (1.9)



a) $R_{ERS} = 10/2 = 5 \text{ k}\Omega$

b) $R_{ERS} = 5/2 + 5/2 = 5 \text{ k}\Omega$

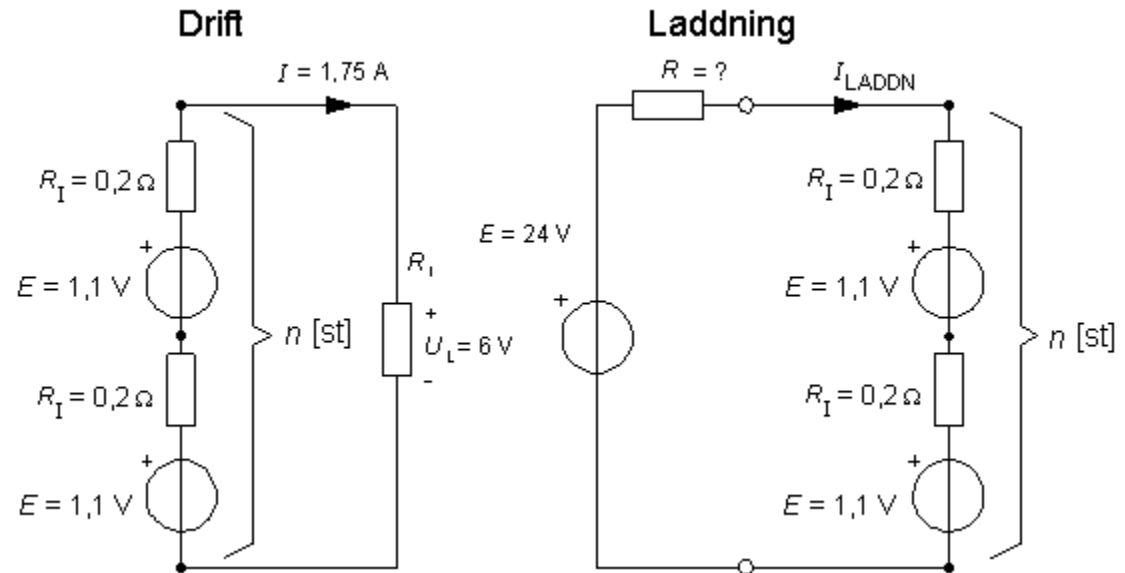
c) $R_{ERS} = 0 \Omega !$



William Sandqvist william@kth.se

Seriekopplade batterier (5.3)

En batteridrivnen utrustning drivs från ett laddningsbart batteri. Batteriet består av ett antal (n st) NiCd-celler. Cellerna har $E = 1,1$ V och $R_i = 0,2$ Ω . (Figuren är förenklad med bara två av de n cellerna utritade.)

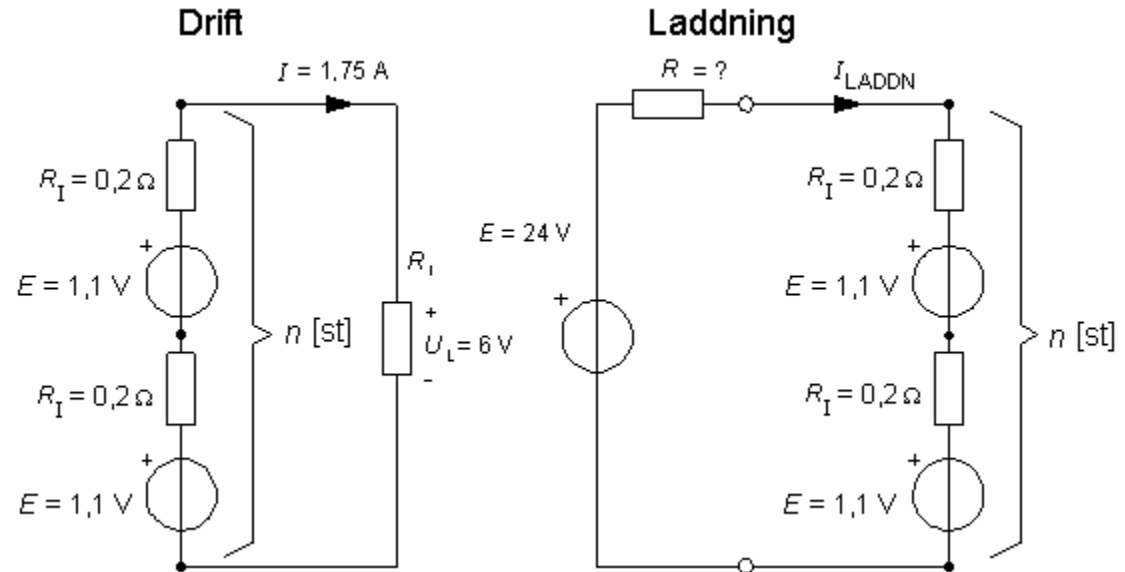


Kapacitetstalet för varje cell är $C = 3000$ mAh.

a) Utrustningen förbrukar $1,75$ A vid 6 V, hur många celler behöver man?

Seriekopplade batterier (5.3)

En batteridrivnen utrustning drivs från ett laddningsbart batteri. Batteriet består av ett antal (n st) NiCd-celler. Cellerna har $E = 1,1$ V och $R_i = 0,2$ Ω . (Figuren är förenklad med bara två av de n cellerna utritade.)



Kapacitetstalet för varje cell är $C = 3000$ mAh.

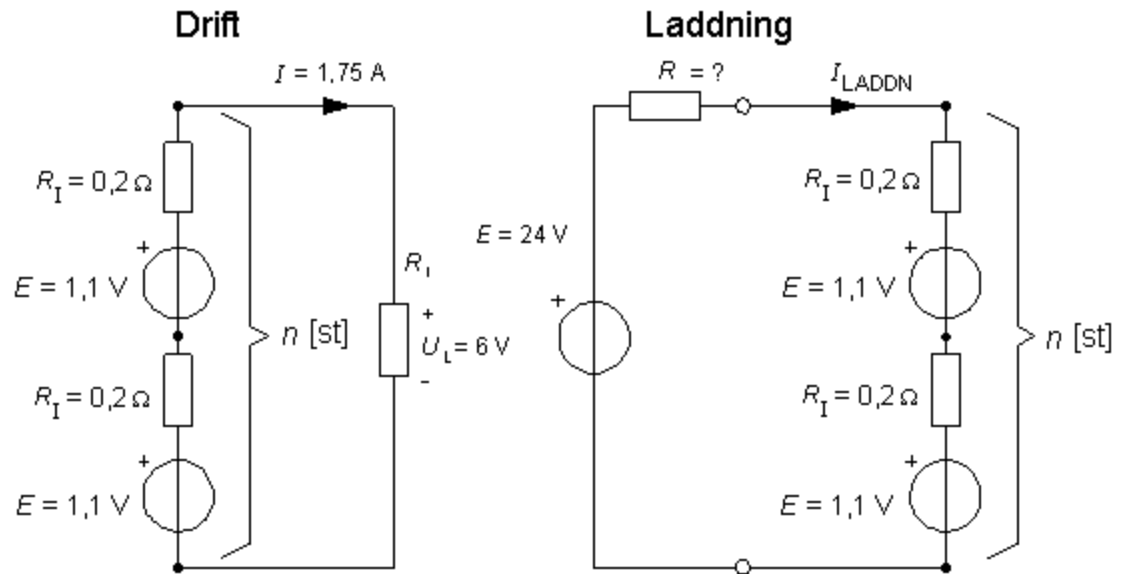
a) Utrustningen förbrukar 1,75 A vid 6 V, hur många celler behöver man?

$$U_L = 6 \quad I = 1,75 \quad n \cdot E - n \cdot R_i \cdot I - U = 0 \quad \Rightarrow \quad n = \frac{U}{E - I \cdot R_i} = \frac{6}{1,1 - 1,75 \cdot 0,2} = 8 \text{ st}$$

Batteri ...

b) Batteriet laddas från ett 24 V batteri. Vilken laddningsström I_{LADDN} ska man ha om man önskar att batteriet ska snabb-laddas på en timme?

(Från tomt till fullt, med antagandet att cellernas E är konstant under laddningen).



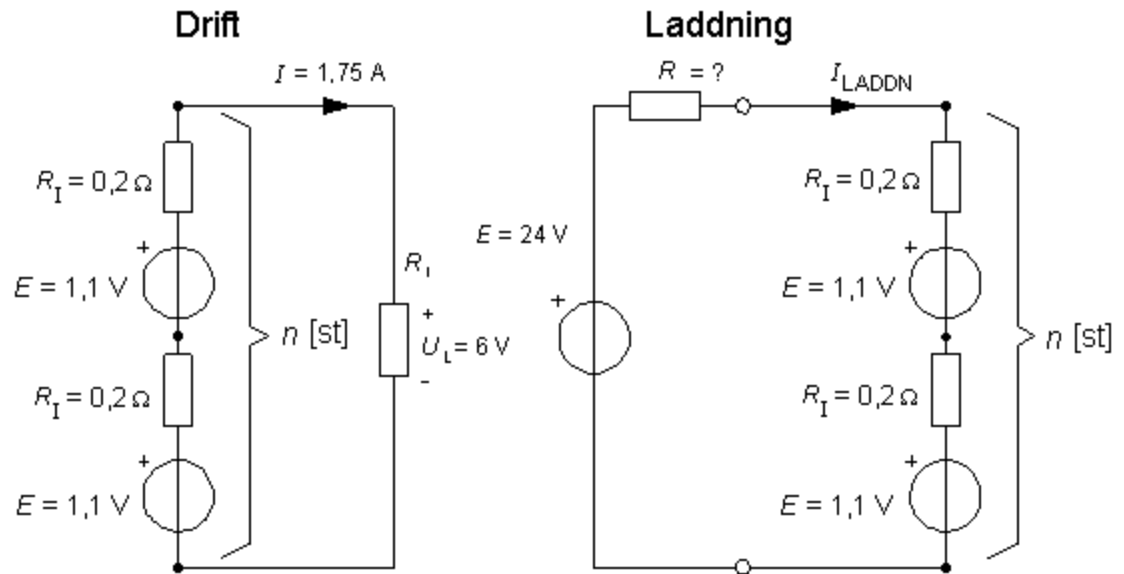
Batteri ...

b) Batteriet laddas från ett 24 V batteri. Vilken laddningsström I_{LADDN} ska man ha om man önskar att batteriet ska snabb-laddas på en timme?

(Från tomt till fullt, med antagandet att cellernas E är konstant under laddningen).

Seriekopplingen ökar effekten men kapaciteten blir densamma, 3000 mAh.

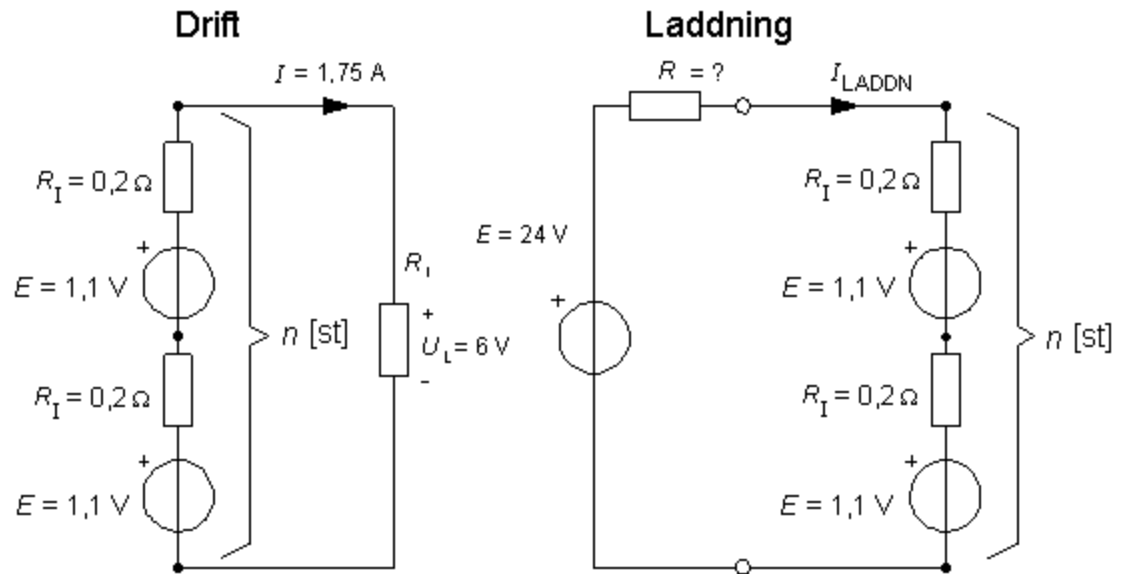
$$I = C/t = 3000 \cdot 10^{-3} / 1 = 3 \text{ A}$$



Batteri ...

b) Batteriet laddas från ett 24 V batteri. Vilken laddningsström I_{LADDN} ska man ha om man önskar att batteriet ska snabb-laddas på en timme?

(Från tomt till fullt, med antagandet att cellernas E är konstant under laddningen).



Seriekopplingen ökar effekten men kapaciteten blir densamma, 3000 mAh.

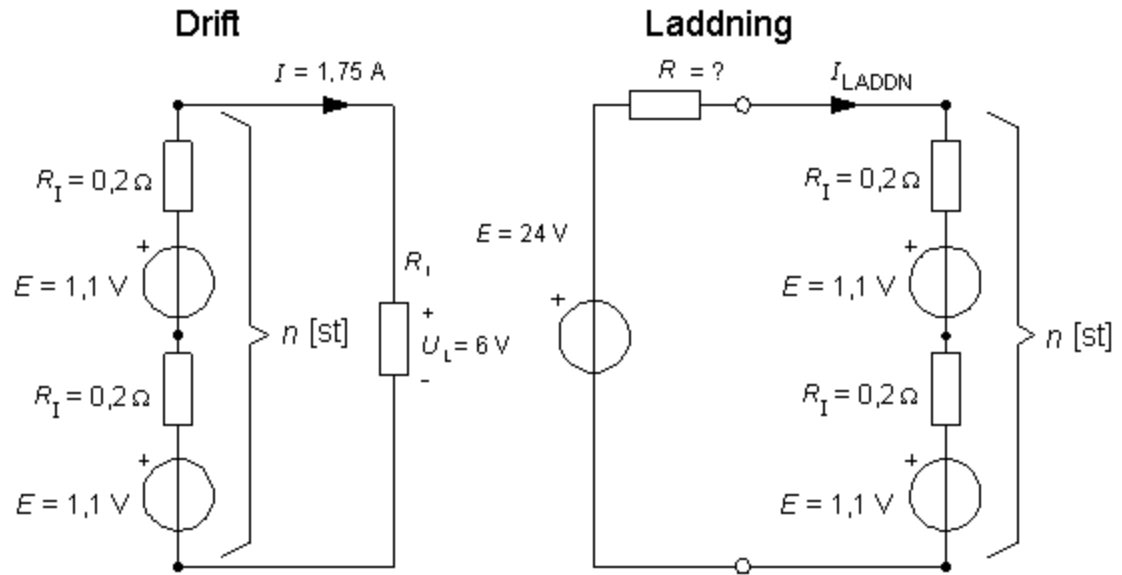
$$I = C/t = 3000 \cdot 10^{-3} / 1 = 3 \text{ A}$$

c) Vilket värde ska serieresistorn R ha för att man ska erhålla denna laddningsström?

Batteri ...

b) Batteriet laddas från ett 24 V batteri. Vilken laddningsström I_{LADDN} ska man ha om man önskar att batteriet ska snabb-laddas på en timme?

(Från tomt till fullt, med antagandet att cellernas E är konstant under laddningen).



Seriekopplingen ökar effekten men kapaciteten blir densamma, 3000 mAh.

$$I = C/t = 3000 \cdot 10^{-3} / 1 = 3 \text{ A}$$

c) Vilket värde ska serieresistorn R ha för att man ska erhålla denna laddningsström?

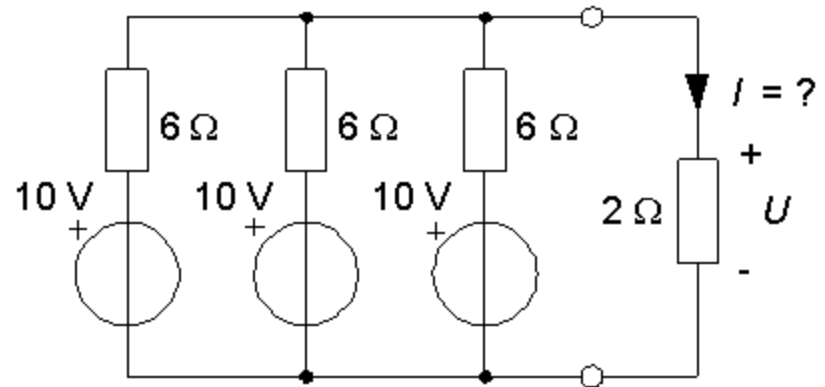
$$24 - 8 \cdot 1,1 - R \cdot 3 - 8 \cdot 0,2 \cdot 3 = 0 \Rightarrow R = \frac{24 - 8 \cdot 1,1 - 8 \cdot 0,2 \cdot 3}{3} = 3,47 \Omega$$

William Sandqvist william@kth.se

Parallellkopplade batterier (5.4)

Tre likadana batterier med $E = 10 \text{ V}$ och inre resistansen 6Ω parallellkopplas för att leverera ström till en resistor med resistansen 2Ω .

a) Hur stor blir strömmen I och klämspänningen U ?

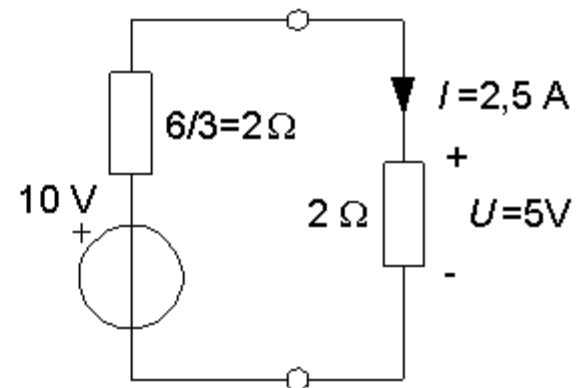
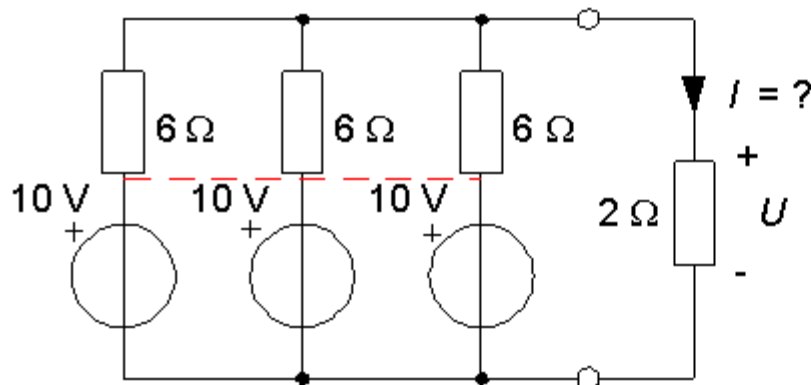
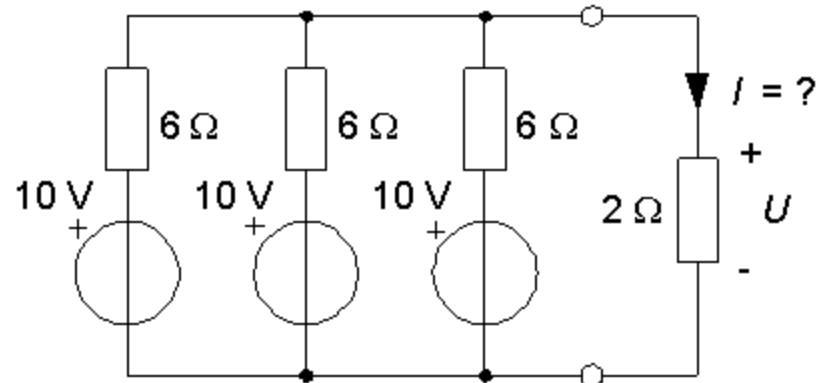


Parallellkopplade batterier (5.4)

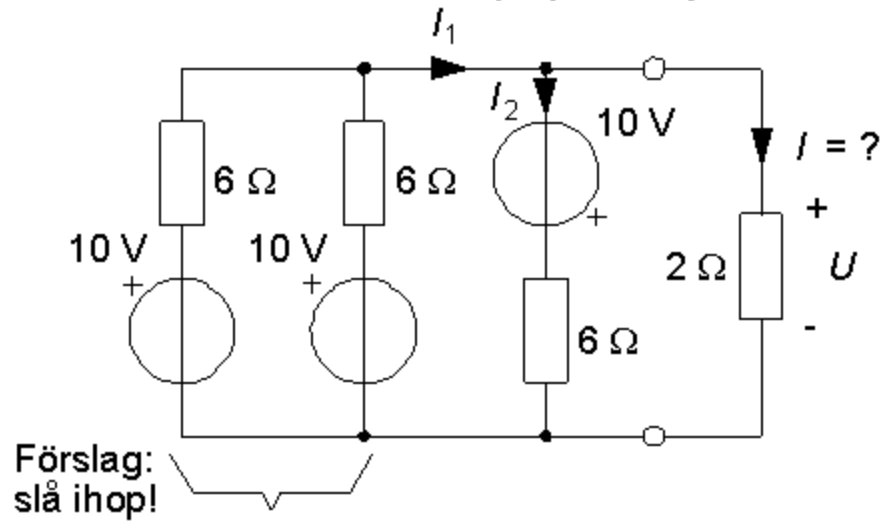
Tre likadana batterier med $E = 10\text{ V}$ och inre resistansen $6\ \Omega$ parallellkopplas för att leverera ström till en resistor med resistansen $2\ \Omega$.

a) Hur stor blir strömmen I och klämspänningen U ?

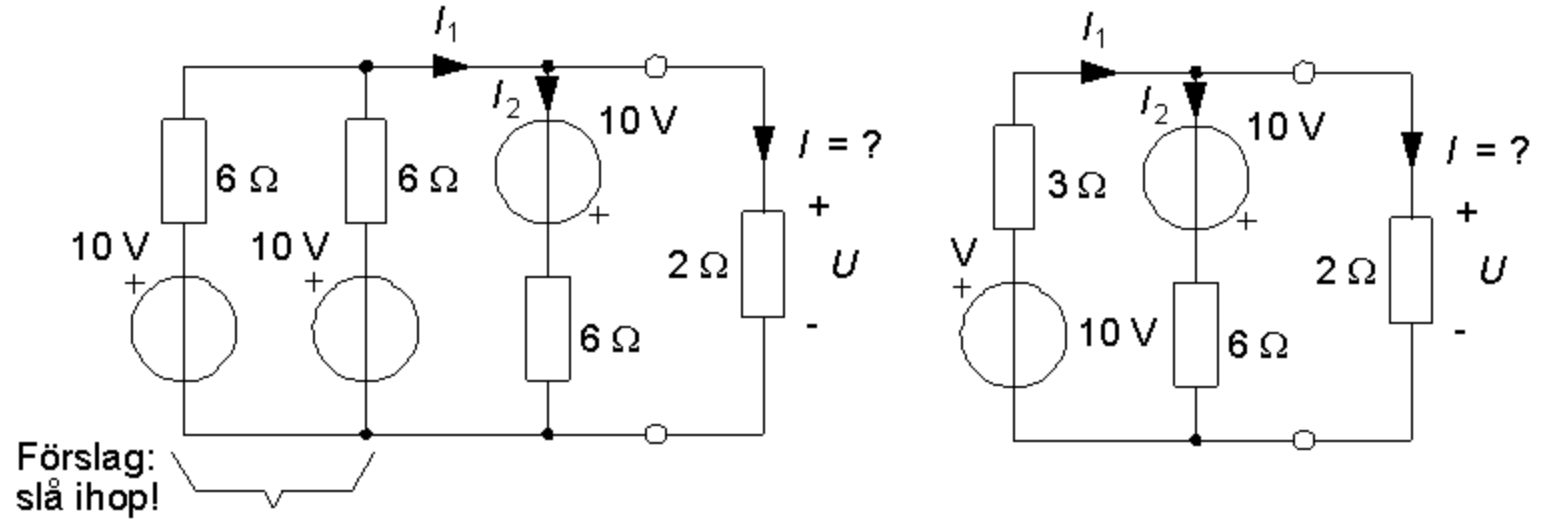
De tre inre resistanserna $6\ \Omega$ har gemensam spänning i båda ändrar, och är därigenom i praktiken parallellkopplade. $R_1 = 6/3 = 2\ \Omega$. $I = 2,5\text{ A}$ och $U = 5\text{ V}$.



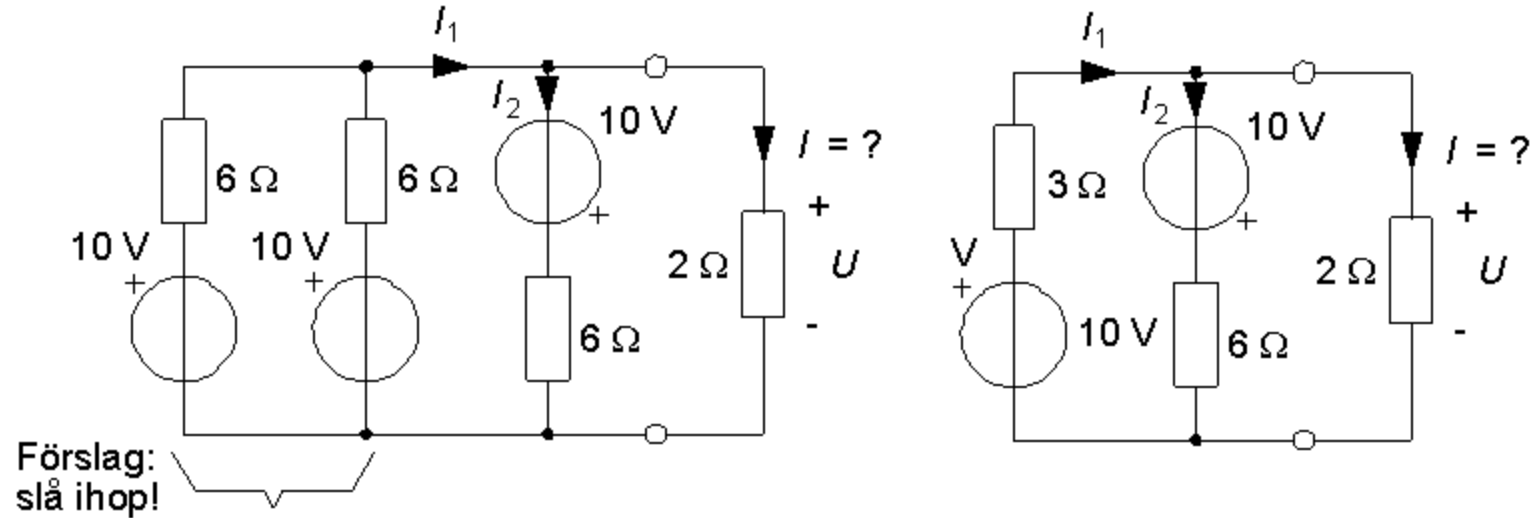
Ett batteri felvänt !



Ett batteri felvänt !

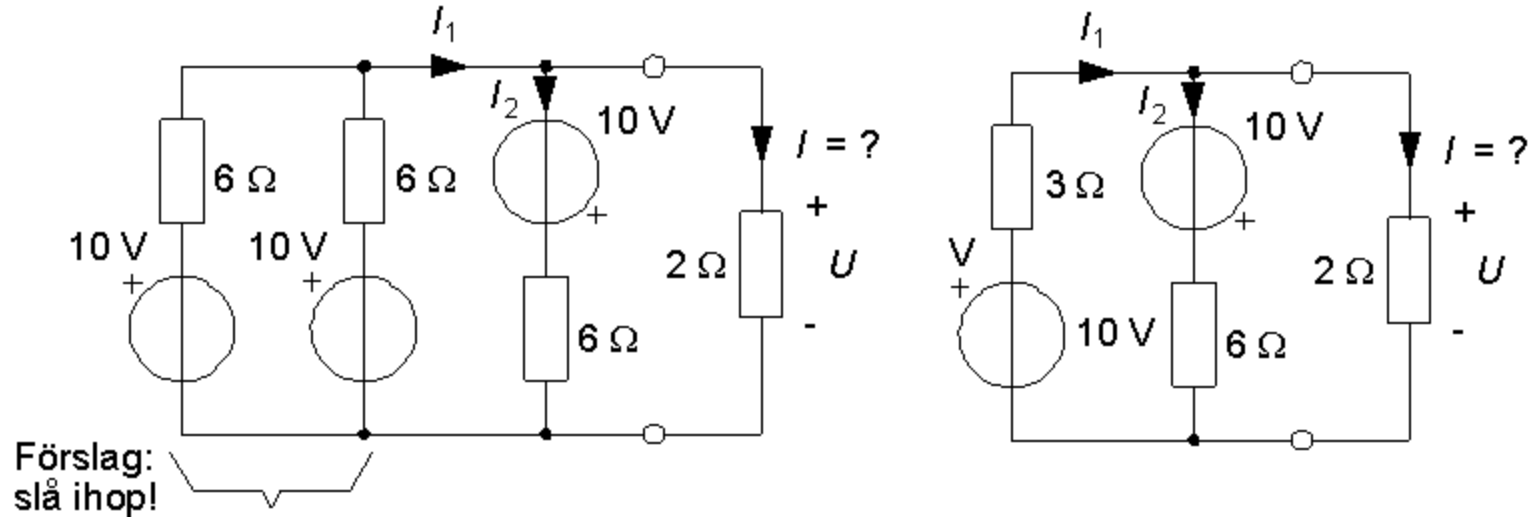


Ett batteri felvänt !



Detta är en mer komplicerad krets som kräver Kirchhoffs lagar för att lösas ...

Ett batteri felvänt !



Detta är en mer komplicerad krets som kräver Kirchhoffs lagar för att lösas ...

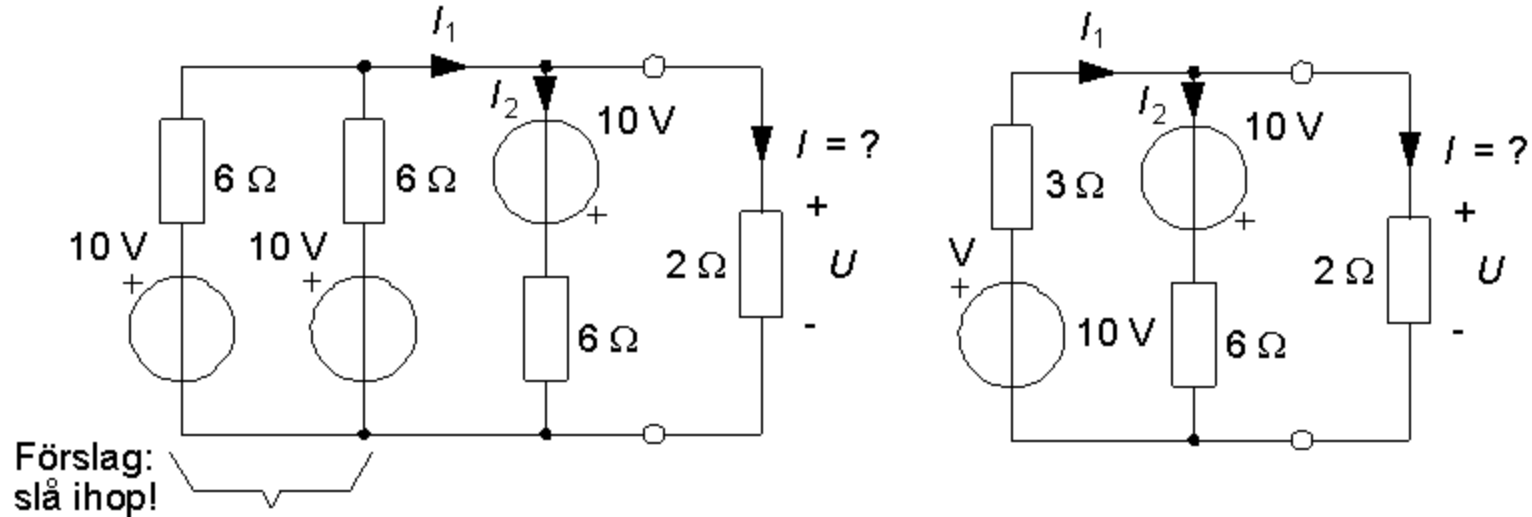
$$I_1 - I_2 - I = 0$$

$$10 - 3I_1 + 10 - 6I_2 = 0 \Leftrightarrow -3I_1 - 6I_2 + 0I = -20$$

$$6I_2 - 10 - 2I = 0 \Leftrightarrow 0I_1 + 6I_2 - 2I = 10$$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -3 & -6 & 0 \\ 0 & 6 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -20 \\ 10 \end{pmatrix}$$

Ett batteri felvänt !



Detta är en mer komplicerad krets som kräver Kirchhoffs lagar för att lösas ...

$$I_1 - I_2 - I = 0$$

$$10 - 3I_1 + 10 - 6I_2 = 0 \Leftrightarrow -3I_1 - 6I_2 + 0I = -20 \quad I_1 = 2,78 \text{ A}$$

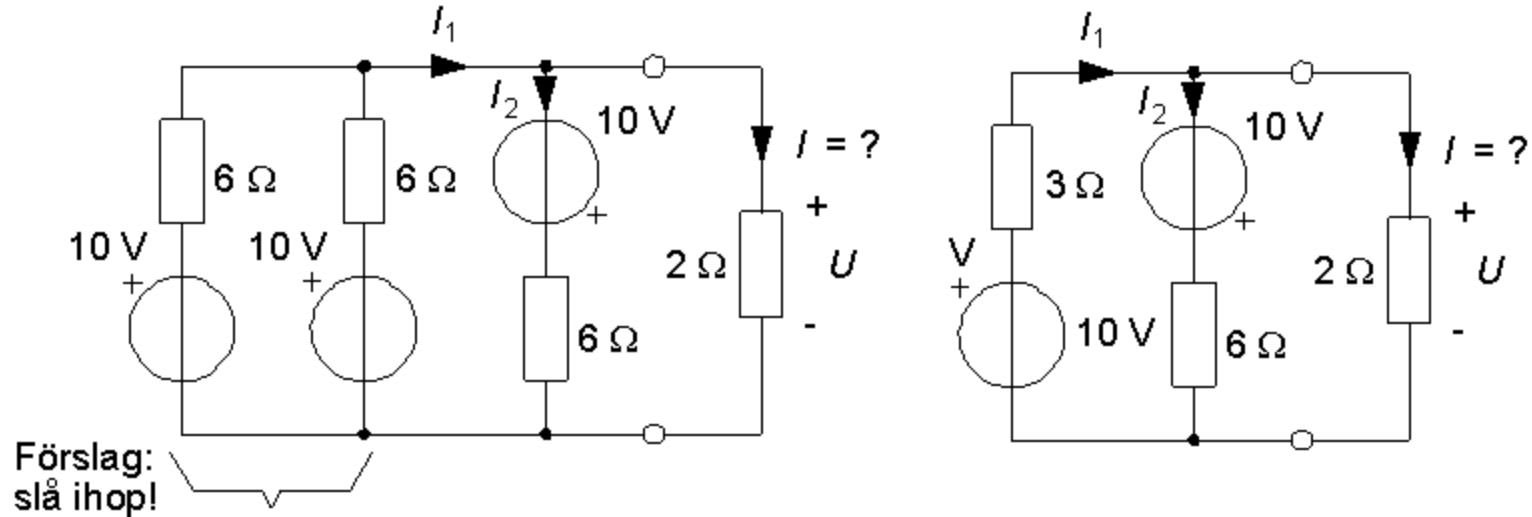
$$6I_2 - 10 - 2I = 0 \Leftrightarrow 0I_1 + 6I_2 - 2I = 10 \quad I_2 = 1,94 \text{ A}$$

$$I = 0,83 \text{ A}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -3 & -6 & 0 \\ 0 & 6 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -20 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$U = I \cdot 2 = 0,83 \cdot 2 = 1,67 \text{ V}$$

Ett batteri felvänt !



Detta är en mer komplicerad krets som kräver Kirchhoffs lagar för att lösas ...

$$I_1 - I_2 - I = 0$$

$$10 - 3I_1 + 10 - 6I_2 = 0 \Leftrightarrow -3I_1 - 6I_2 + 0I = -20 \quad I_1 = 2,78 \text{ A}$$

$$6I_2 - 10 - 2I = 0 \Leftrightarrow 0I_1 + 6I_2 - 2I = 10 \quad I_2 = 1,94 \text{ A}$$

$$I = 0,83 \text{ A}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -3 & -6 & 0 \\ 0 & 6 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -20 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$U = I \cdot 2 = 0,83 \cdot 2 = 1,67 \text{ V}$$

Kirchhoffs lagar kommer snart i kursen!

William Sandqvist william@kth.se