

Forelesning nr.2 INF 1411

Elektroniske systemer

Effekt, serielle kretser og
Kirchhoffs spenningslov



Dagens temaer

- Sammenheng, strøm, spenning, energi og effekt
- Strøm og motstand i serielle kretser
- Spenningskilder i serielle kretser
- Spenningsdelere
- Presentasjon av 1. labøvelse
- Temaene hentes fra Kapittel 3.3-3.7 og 4.1-4.9

Energi og effekt

- Energi kan defineres som "evnen til å utføre arbeid"
- Energi måles i joule (J) og er uttrykt ved basisenhetene

$$J = \frac{kg \times m^2}{s^2}$$

- *Effekt P* måles i *watt (W)* og defineres som "arbeid per tidsenhet" og uttrykkes ved

$$P = \frac{J}{s}$$

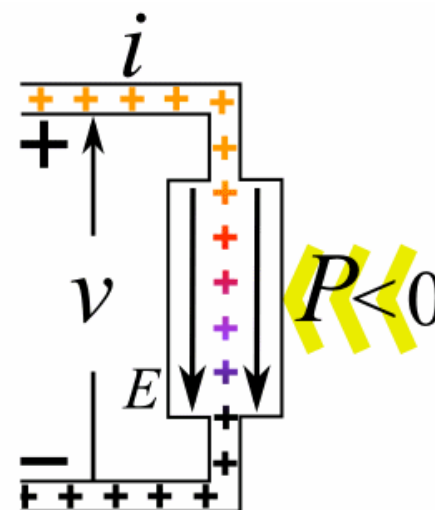
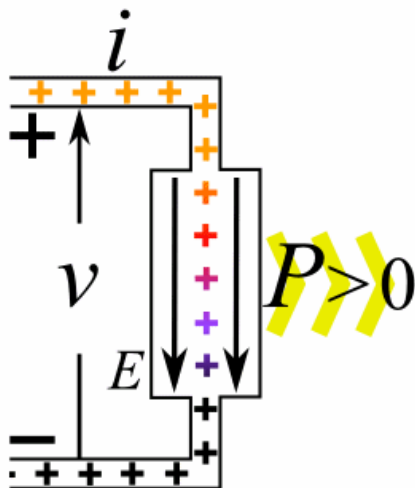


Effekt, spenning og strøm

- Når en strøm I går gjennom et element med spenning V over terminalene, er *effekten* gitt ved $P=VI$
- Effekt kan både være *positiv* og *negativ*:

Positiv: Elementet *absorberer* effekt

Negativ: Elementet *leverer* effekt



Energitap i resistorer

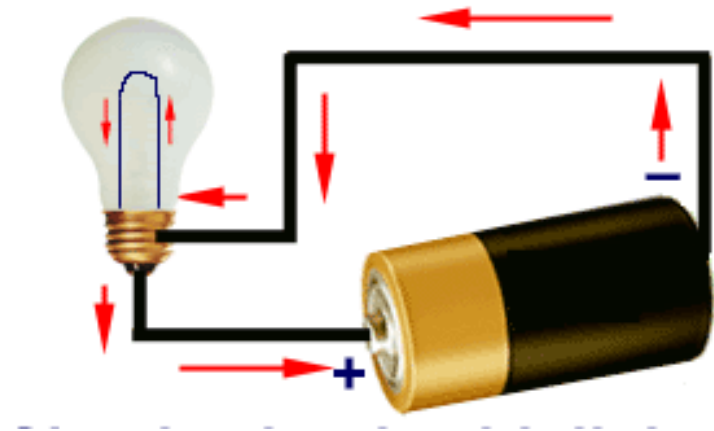
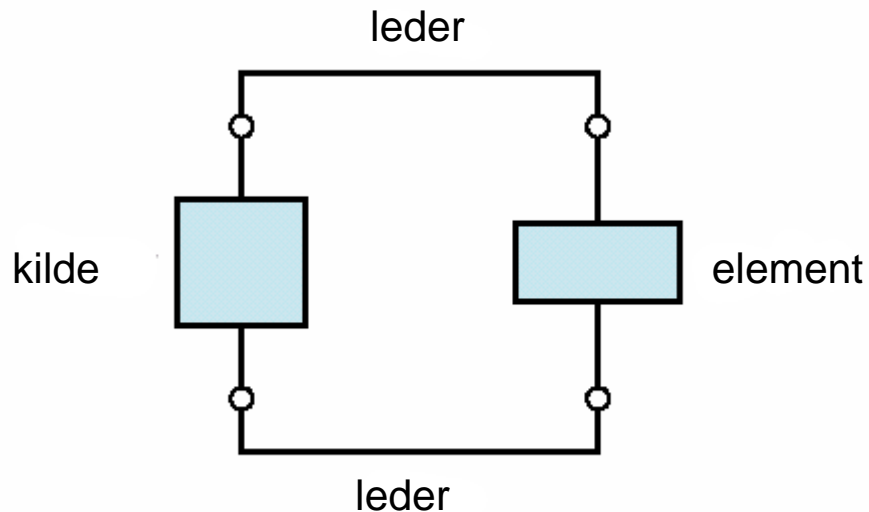
- Resistans fører til at en del av energien til elektroner i bevegelse går over i andre former
- Energien blir enten til *varme* eller *lys*:
 - Ønsket: Produksjon av varme eller lys
 - Uønsket: Overføringstap eller varme som må ledes bort
- Effekten er gitt av følgende formel:



$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$



Ta det hele i bruk: Elektriske kretser



- En *elektrisk krets* består av *elementer* og *kilder* som er koblet sammen
- *Elementene* klassifiseres etter hvilke *egenskaper* de har
- Kretsen klassifiseres etter hvilken *topologi* den har

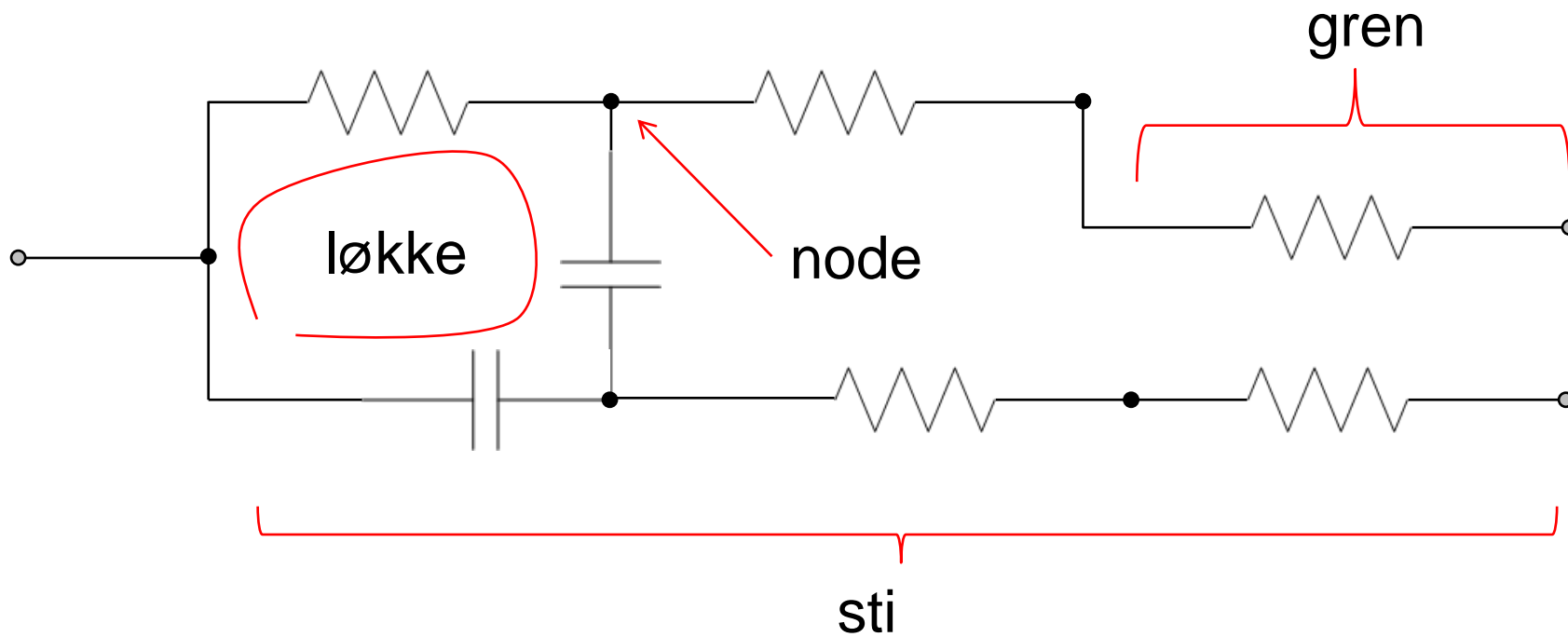
Kretselementer

- Et kretselement er en *matematisk* modell for en *fysisk* enhet
- Modellen kan være enkel eller komplisert
- Alle elementene klassifiseres ut fra strøm-spenningsforholdet mellom terminalene
- Skiller mellom *aktive* og *passive* elementer
 - Passive elementer *kan ikke* levere effekt > 0 over tid
 - Aktive elementer *kan* levere effekt > 0 over tid
- Strøm- og spenningskilder og transistorer er *aktive* elementer
- Resistorer, kondensatorer og spoler er *passive* elementer

Nettverkstopologier

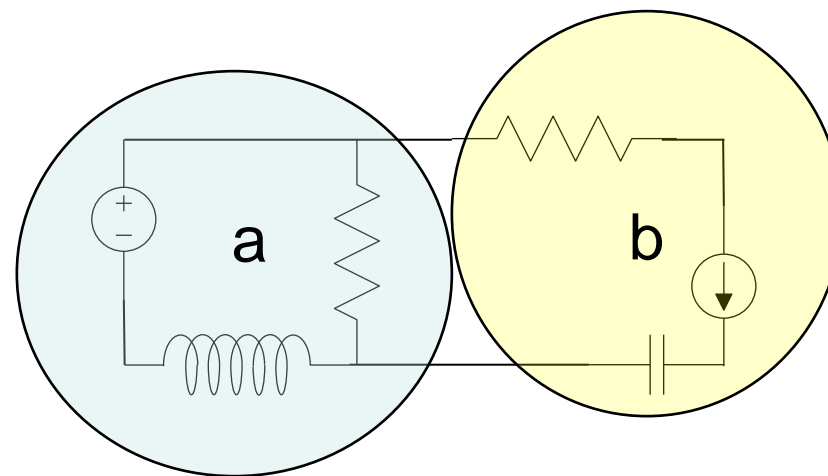
- *Nettverk*: Samling av elementer koblet sammen
- *Node*: Punkt hvor to eller flere elementer er koblet sammen med null motstand
- *Sti*: Vei mellom to noder gjennom et nettverk hvor en node besøkes kun én gang
- *Løkke*: Samme som *lukket sti*: Sti hvor start- og sluttnode er identisk
- *Gren*: Sti som består av ett enkelt element og nodene i hver ende

Eksempel



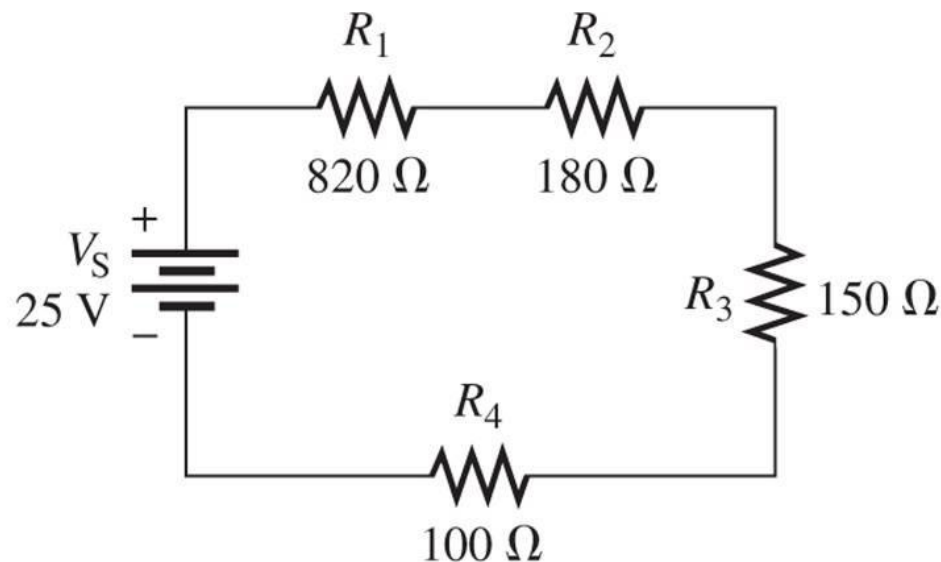
Spørsmål

- Gitt kretsen over til høyre
 - Hva kan denne kretsen også kalles?
 - Hvor mange noder har den?
 - Hvor mange elementer har den totalt?
 - Hvor mange hhv aktive og passive elementer har den?
 - Hva kalles den delen av kretsen som ligger innenfor sirkelen til venstre (del **a**)?
 - Hva kalles den delen av kretsen som ligger innenfor sirkelen til høyre (del **b**)?
 - Hvor mange løkker har kretsen totalt?
 - Hva kalles tilkoblingspunktene mellom **a** og **b**?



Bruk av Ohms lov - 1

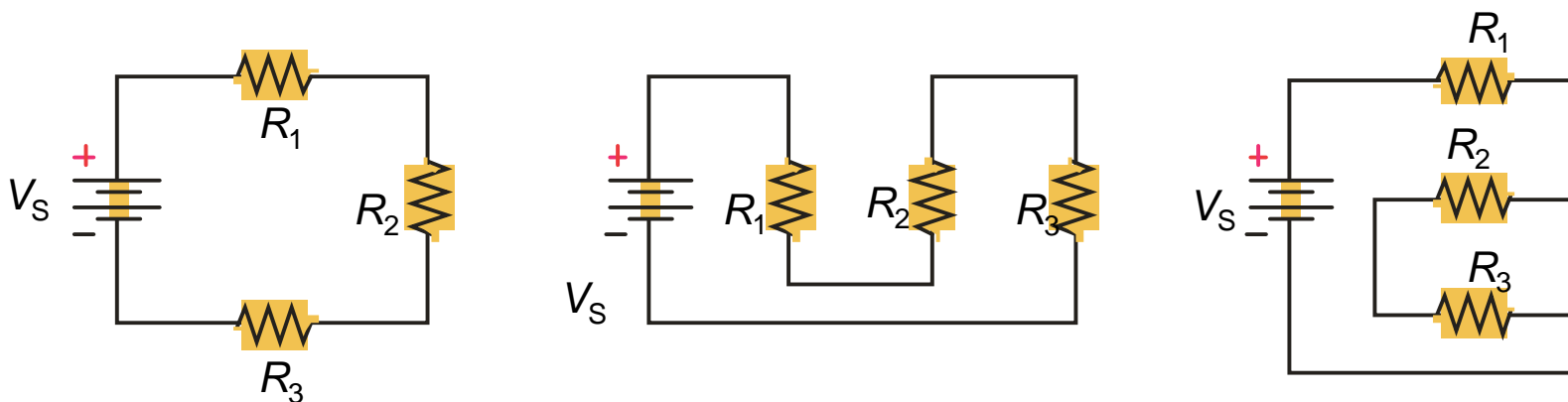
- Ønsker å finne strømmen når resistans og spenning er kjent:



$$I = \frac{V_s}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{25\text{v}}{820\Omega + 180\Omega + 150\Omega + 100\Omega} = 20\text{mA}$$

Serielle kretser

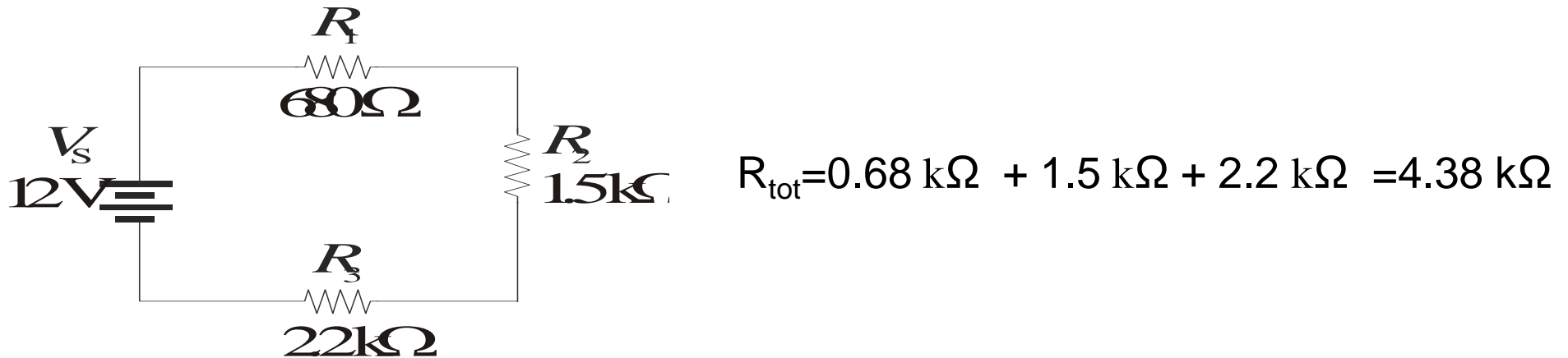
- En seriell krets har minst én kilde og/eller ett element
 - Bare én felles løkke som strømmen går igjennom (*samme* strøm går igjennom alle kilder og elementer)



- Hvor må man koble inn et ampèremeter for å måle strømmen gjennom hver av de tre kretsene?

Total resistans i serielle kretser

- Den totale resistansen i en seriell krets er lik summen av resistansen til enkeltelementene



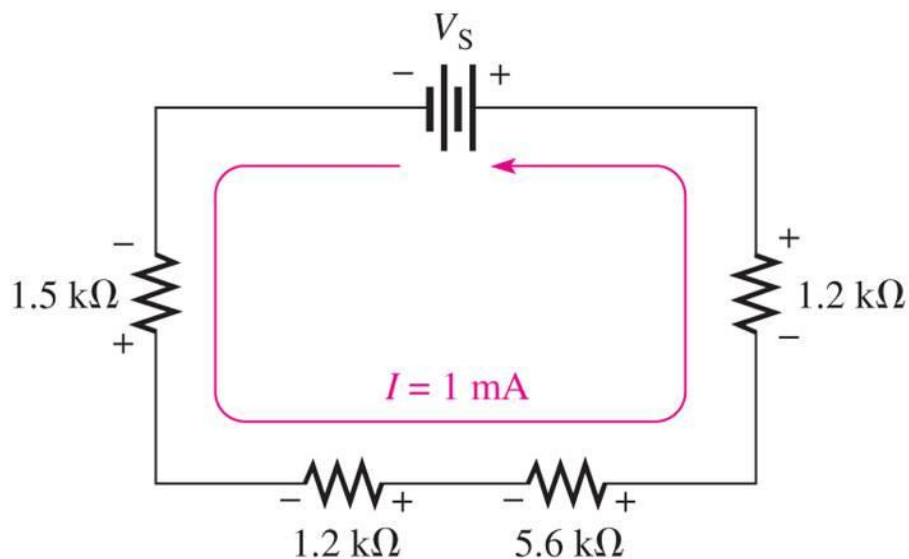
- Den totale resistansen for N resistanser i serie er gitt ved $R_{tot} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$

Spørsmål

- Hvor stor indre resistans har en ideell spenningskilde?
- Hvor stor indre resistans har en ideell strømkilde?
- Hvor stor indre resistans har en amperemeter?
- Hva slags energiformer kan energien til elektroner gå over i?
- Kan en seriell krets bestå av både strøm- og spenningskilder?
- Kan en seriell krets bestå av mer enn én løkke?

Bruk av Ohms lov - 2

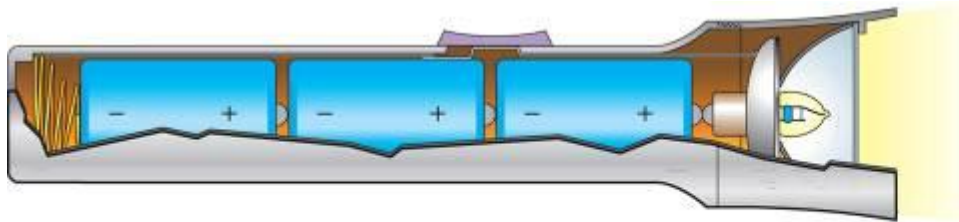
- Ønsker å finne spenningen når resistans og strøm er kjent:



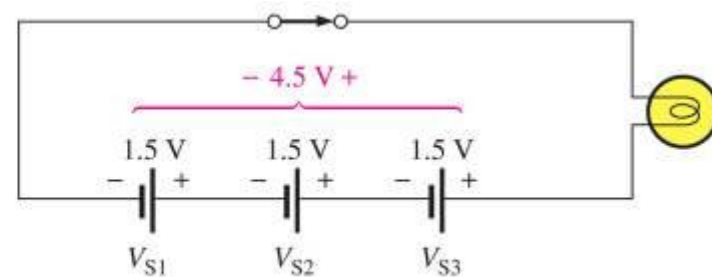
$$V_S = I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = 1\text{mA}(1.2\text{k}\Omega + 5.6\text{k}\Omega + 1.2\text{k}\Omega + 1.5\text{k}\Omega) = 9.5\text{V}$$

Kirchhoffs spenningslov (KVL)

- I eksemplene så langt har kretsen bestått av kun én spenningskilde
- Kretser drevet av batterier har ofte flere batterier koblet etterhverandre, f.eks i en lommelykt:



(a) Flashlight with series batteries

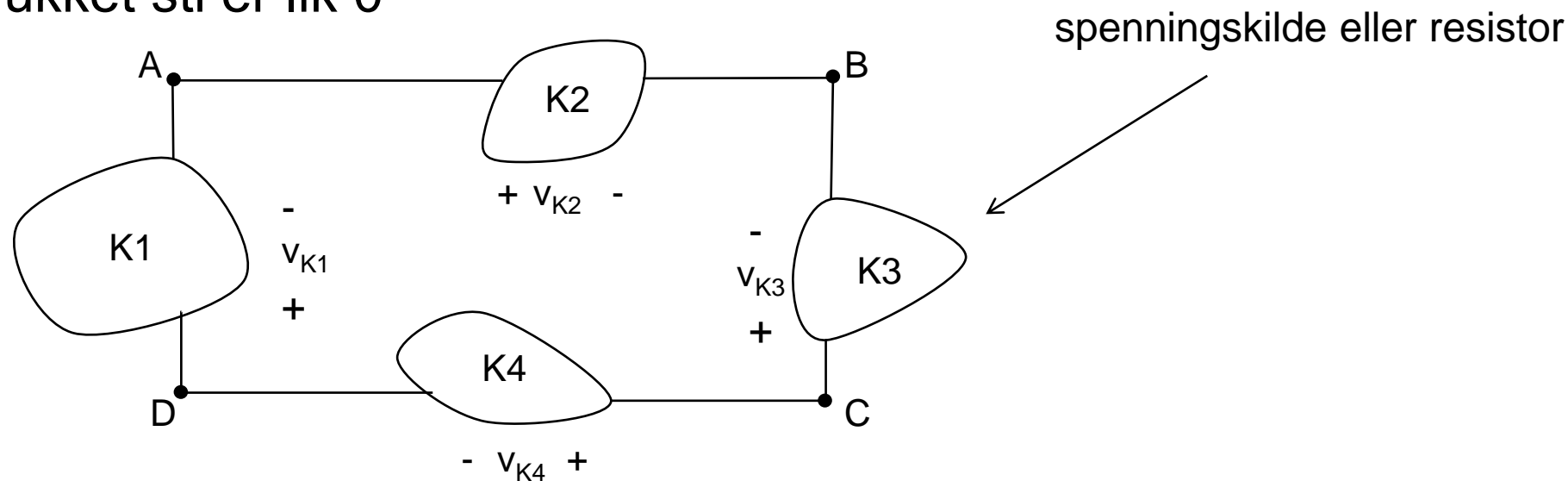


(b) Schematic of flashlight circuit

- I kretser med flere spenningskilder kan man benytte *Kirchhoffs spenningslov* for å finne den totale spenningen

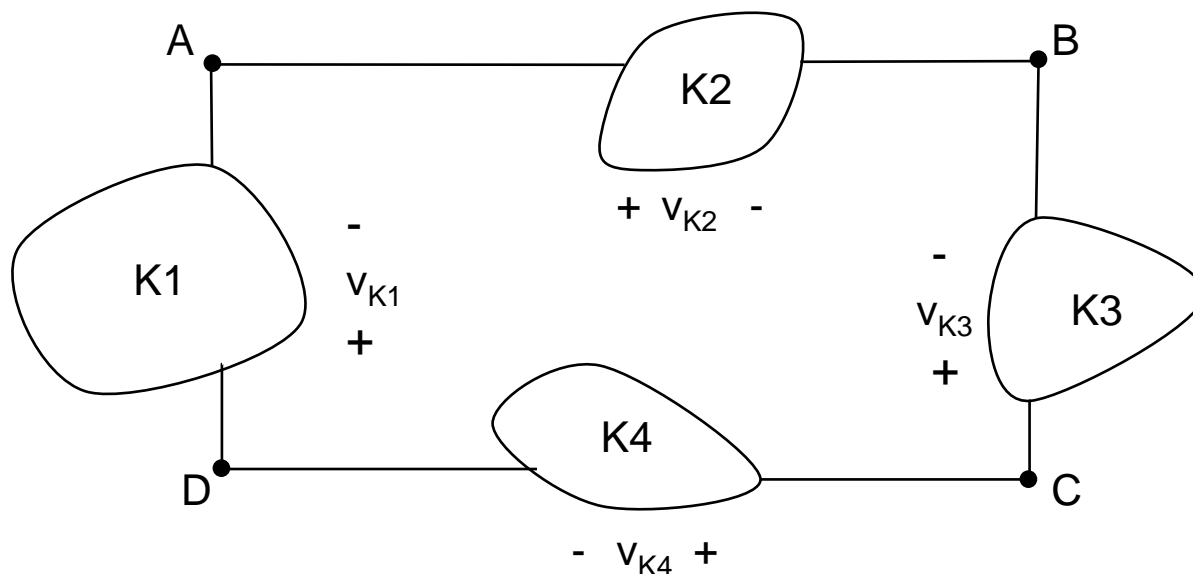
Kirchhoffs spenningslov (forts)

- ”Den algebraiske summen av spenningene rundt enhver lukket sti er lik 0”



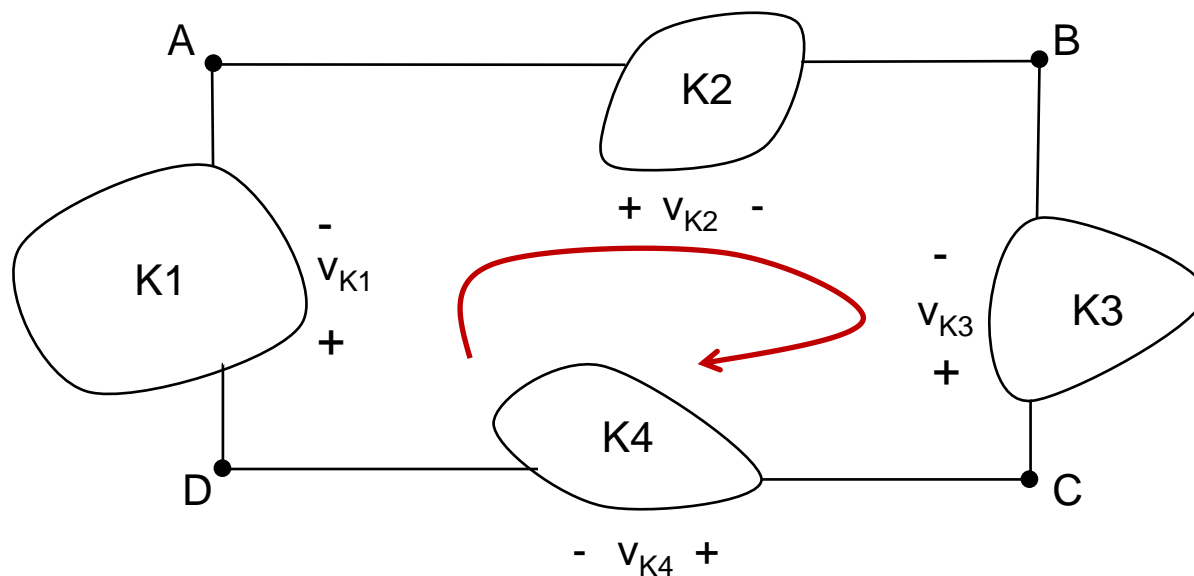
- Energien som kreves for å flytte en ladning mellom to noder er uavhengig av hvilken vei som velges gjennom kretsen

Kirchhoffs spenningslov (forts)



- Velger en retning (med eller mot klokka) gjennom løkken:
 - Hvis man treffer på «+» på et element først, settes spenningen som positiv
 - Hvis man treffer på «-» på et element først, settes spenningen som negativ

Kirchhoffs spenningslov (forts)

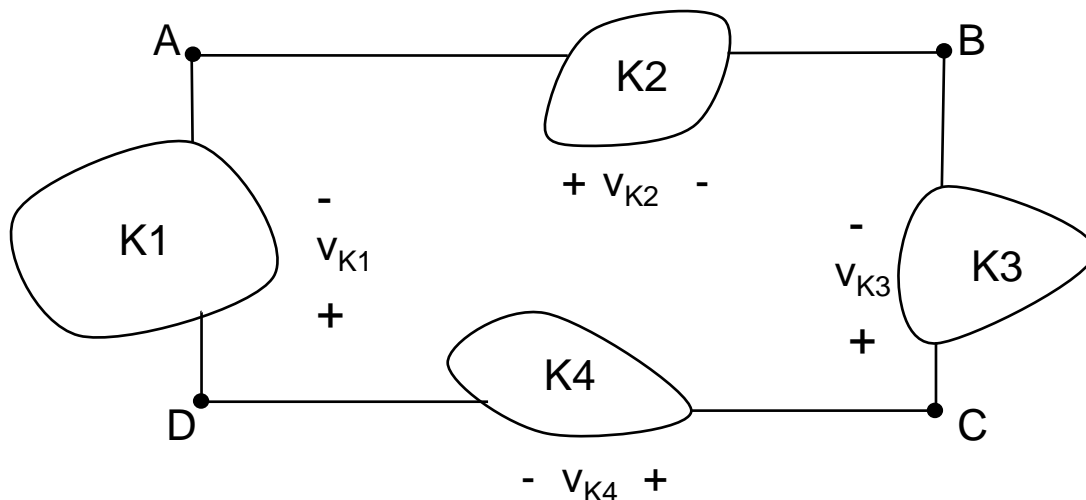


- Starter i node A og går med klokken:

$$v_{K2} + (-v_{K3}) + v_{K4} + v_{K1} = 0 \Rightarrow v_{K3} = v_{K1} + v_{K2} + v_{K4}$$

Kirchhoffs spenningslov (forts)

- Samme energi kreves for å flytte en ladning fra $A \rightarrow B \rightarrow C$, som fra $A \rightarrow D \rightarrow C$



$$V_{ABC} = V_{K2} - V_{K3} \quad \wedge \quad V_{ADC} = -V_{K1} - V_{K4} \Rightarrow$$

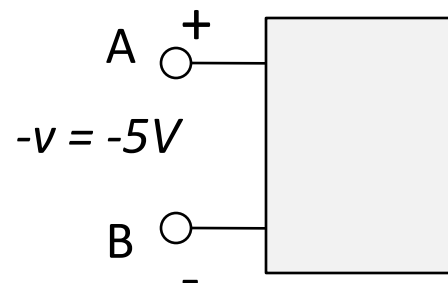
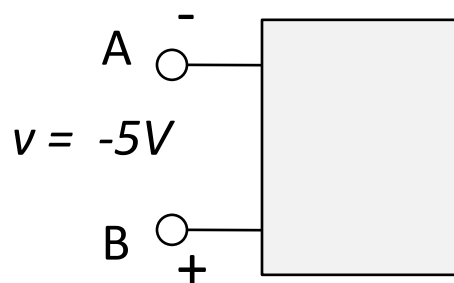
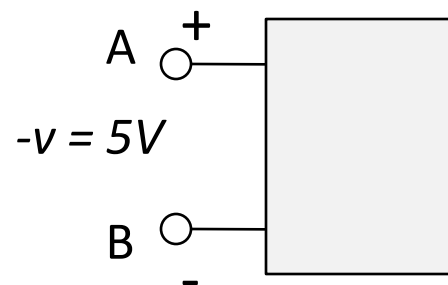
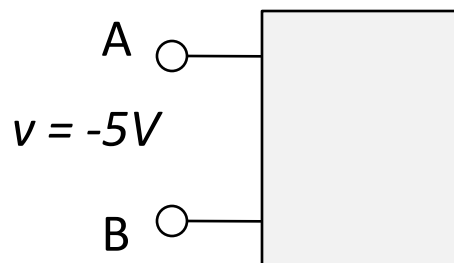
$$V_{ABC} = V_{ADC} \Rightarrow V_{K2} - V_{K3} = -V_{K1} - V_{K4} \Rightarrow$$

$$-V_{K3} + V_{K1} + V_{K2} + V_{K4} = 0$$

INF 1411

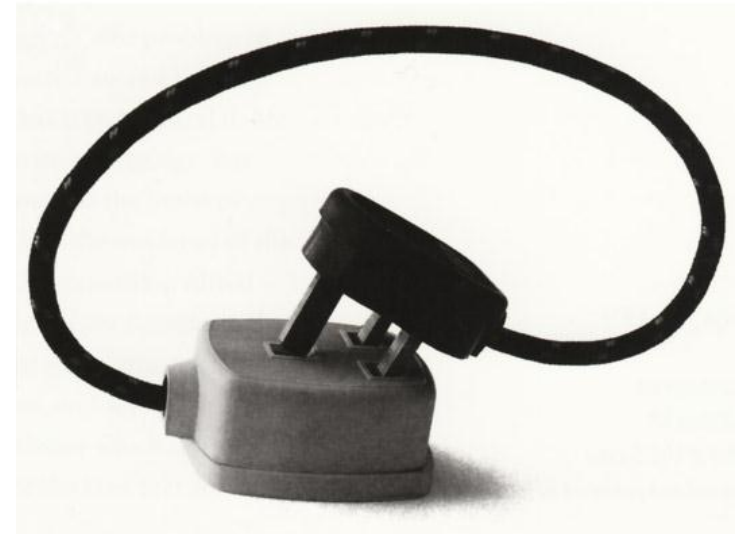
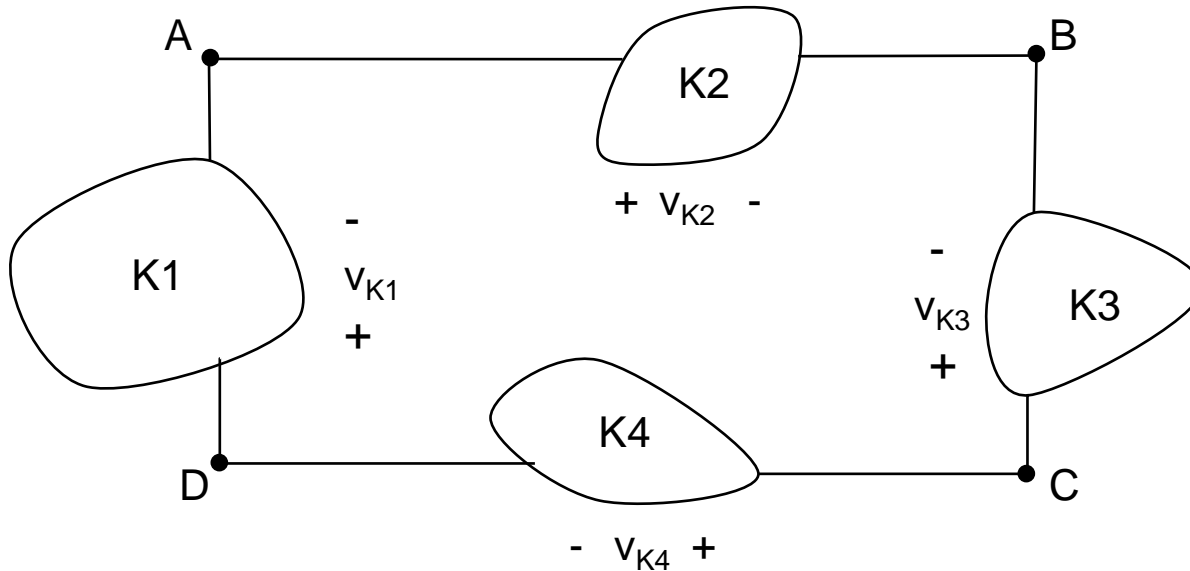
Spørsmål

- Er A positiv eller negativ i forhold til B?



Spørsmål

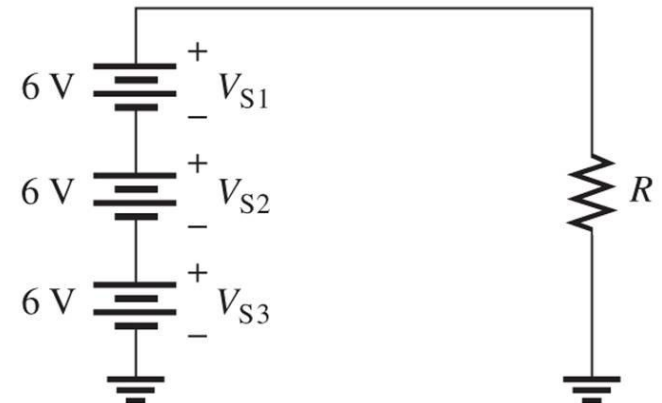
- Finn V_{K3} når $V_{K1} = 2\text{v}$, $V_{K2} = 5\text{v}$ og $V_{K4} = -4\text{v}$



- Hva skjer hvis $V_{K3} = 12\text{v}$, $V_{K1} = 0\text{v}$, $V_{K2} = 0\text{v}$ og $V_{K4} = 0\text{v}$?

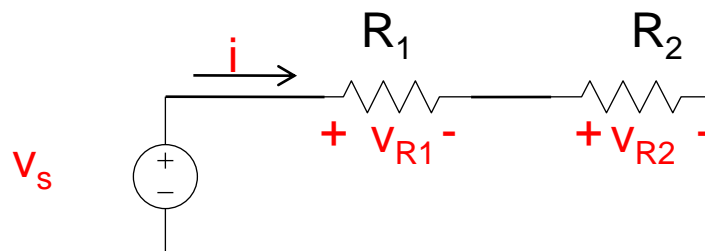
Spenningsøkning og -deling

- Man kan *øke* en spenning ved å koble flere spenningskilder i serie
- Noen ganger ønsker man å *redusere* spenningen med en bestemt faktor
- Dette kan gjøre med en *spenningsdeler*



Spenningsdeling (forts.)

- Ønsker å finne et uttrykk for spenningene V_{R1} og V_{R2} som funksjon av V_s , R_1 og R_2



$$V_s = V_{R1} + V_{R2} = iR_1 + iR_2 = i(R_1 + R_2) \Rightarrow$$

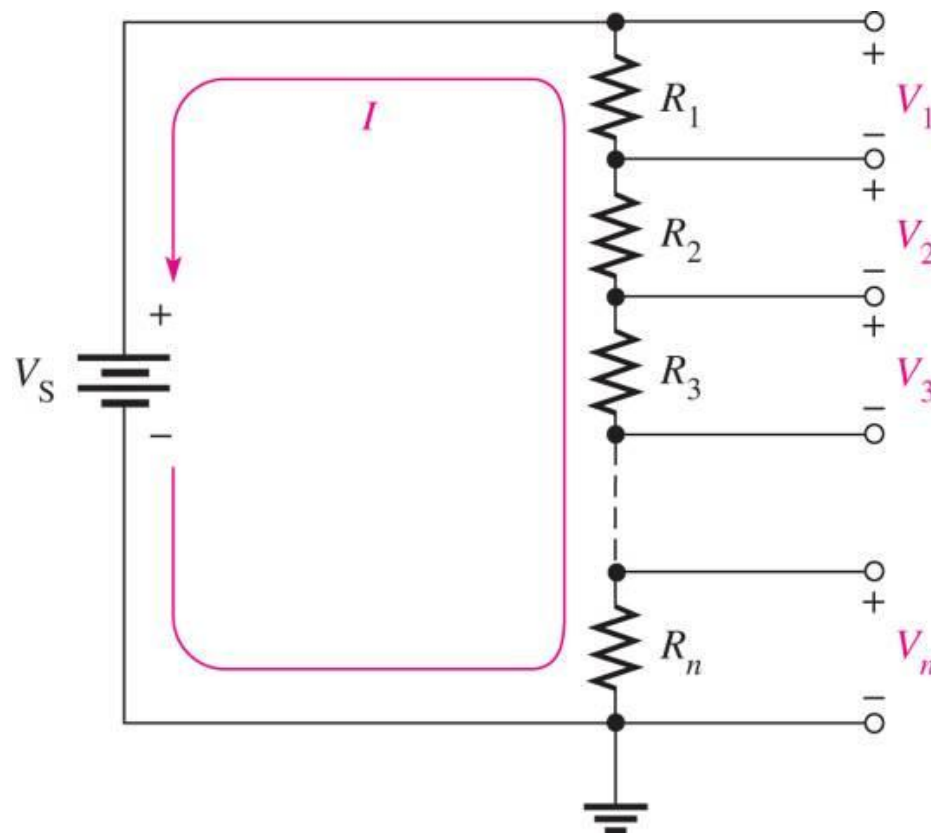
$$i = \frac{V_s}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_{R2} = iR_2 = \left(\frac{V_s}{R_1 + R_2} \right) R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$

$$i = \frac{V_s}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_{R1} = iR_1 = \left(\frac{V_s}{R_1 + R_2} \right) R_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s$$

Spenningsdeling (forts.)

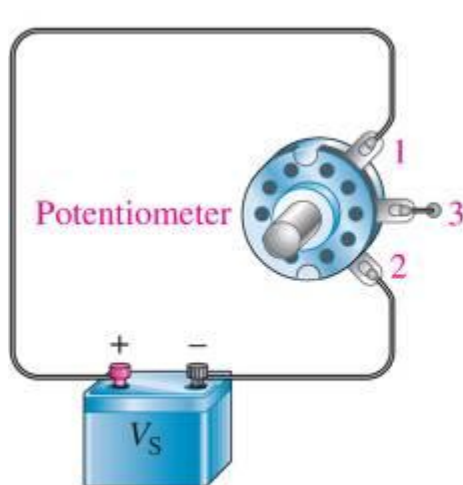
- Generelt:
 - Gitt en krets med n motstander, total resistans $R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ og spenning V_S
 - Da vil spenningen over motstand R_x være gitt av formelen

$$V_x = \left(\frac{R_x}{R_T} \right) V_S$$

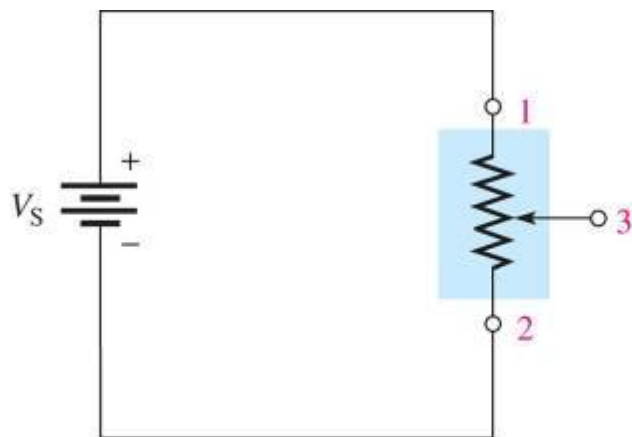


Variabel spenningsdeling

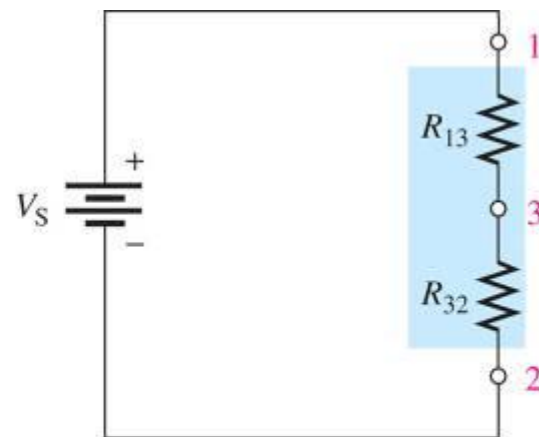
- Et *potentiometer* varierer spenningsdelingen mekanisk:



(a) Pictorial



(b) Schematic

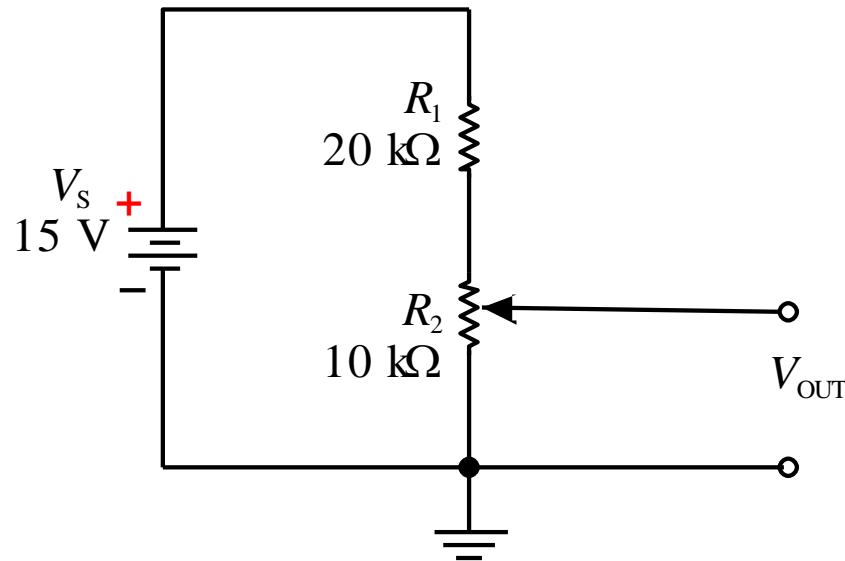


(c) Equivalent schematic

- Sett fra spenningskilden er det *totale* resistansen $R_T = R_{13} + R_{32}$ konstant, mens *forholdet* mellom R_{13} og R_{32} varierer

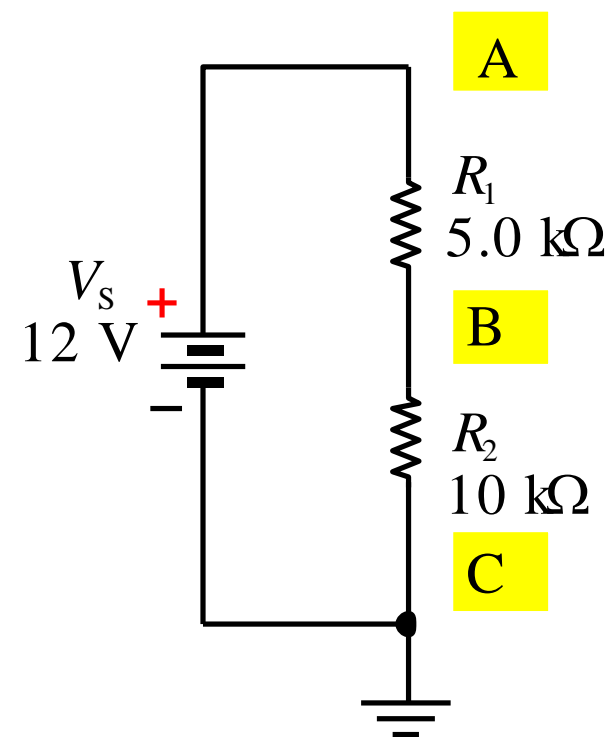
Spørsmål

- Hva er den minste og største verdien V_{out} kan ha?
- Hvor mye strøm må batteriet (spenningkilden) kunne levere som et minimum?



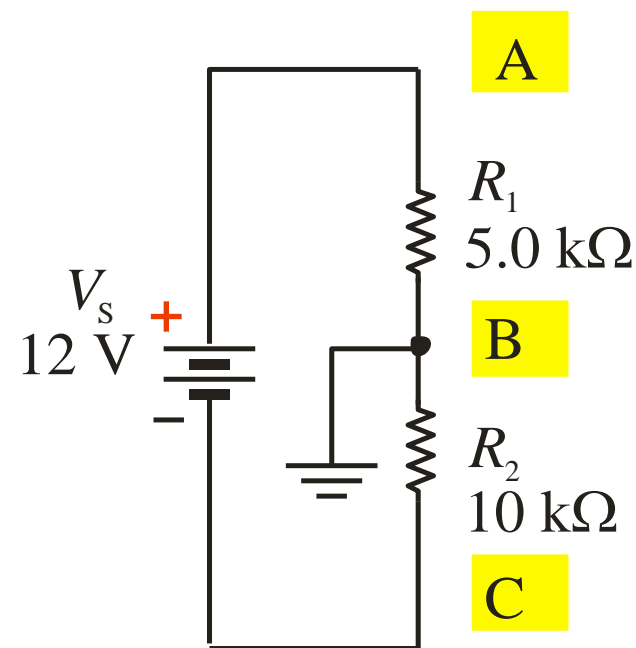
Måling av spenning

- Måling av spenning er alltid mellom (over) to punkter
- Ofte er det ene punktet (virtuell) jord og spenninger relativt til jord betegnes ved enkel subskript (f.eks V_A)
- For spenningskilder bruker man vanligvis også enkel subskript
- Mellom to vilkårlige noder brukes dobbel subskript, f.eks V_{BC}
- Den første noden i subskriptet har som regel høyest spenning i forhold til jord
- Hva er spenningene V_{AB} , V_{BC} , V_B , V_{BA} ?



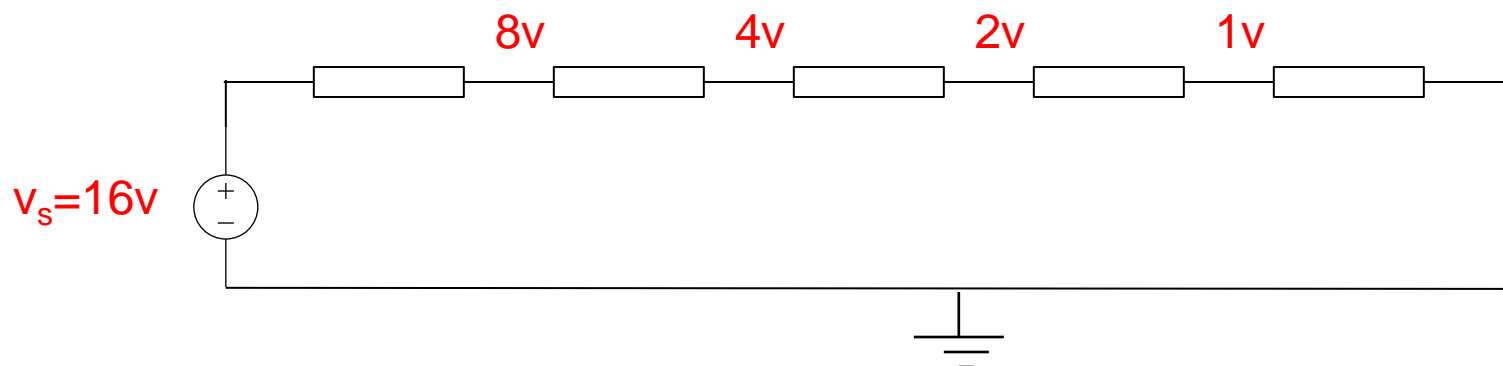
Måling av spenning (forts)

- Jord er ikke alltid punktet med lavest spenning i en krets
- Gitt kretsen på forrige slide og tenk at jord-punktet flyttes til node B
- Spørsmål: Hva blir nå spenningene V_A og V_C etter at jordpunktet er flyttet?



Nøtt til neste gang

- Lag en krets med resistanser som skalerer ned spenningen på en spenningskilde med 16 volt ned til 8, 4, 2 og 1 volt. Maksimalt strøm skal være 100 mA. Hvor stor må verdien til hver resistans være?



- I hva slags anvendelser kan kretsen brukes?

1. Obligatoriske labøvelse

- Formål
 - Bli kjent med lab og Elvis-II
 - Måle på ulike motstander og finne avvik
 - Måle på strøm og spenning
 - Noen teorispørsmål rundt Ohms lov og effektberegning
- Fullstendig oppgavetekst med ligger på kurssiden
- Frist for innlevering er **fredag 6.februar kl 23.59**
- Gruppelærer/labveieleder kan sette annen frist

Oppsummeringsspørsmål

- Spørsmål fra forelesning 1 og 2

Spørsmål 1

Atomnummeret angir

- a) Protoner i atomkjernen
- b) Nøytronkjerner i atomkjernen
- c) Protoner pluss nøytroner i atomkjernen
- d) Elektroner i det ytre skallet

Spørsmål 2

Valenselektroner er

- a) I det ytre skallet
- b) Involvert i kjemiske reaksjoner
- c) Relativt løst bundet
- d) Er forbundet med alle egenskapene over

Spørsmål 3

Partikkelen som er ansvarlig for elektrisk strøm i faste ledende materialer heter

- a) Protonet
- b) Elektronet
- c) Nøytronet
- d) Alle nevnt over kan lede strøm i faste materialer

Spørsmål 4

Elektrisk ladning måles i
enheten

- a) C
- b) Ω
- c) Q
- d) W

Spørsmål 5

En ideell strømkilde leverer en strøm som er

- a) Uavhengig av spenningen over strømkilden
- b) Direkte proporsjonal med spenningen
- c) Omvendt proporsjonal med spenningen
- d) Konstant

Spørsmål 6

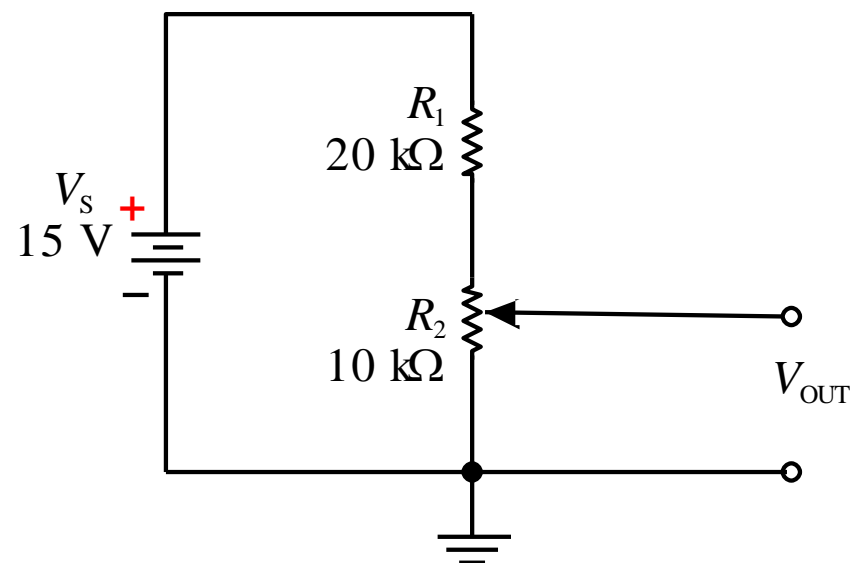
En uavhengig spenningskilde

- a) Leverer en spenning som er uavhengig av strømmen gjennom den
- b) Leverer en spenning som er avhengig av strømmen gjennom den
- c) Leverer en spenning som uavhengig av andre kilder
- d) Leverer en strøm som er avhengig av andre spenningskilder

Spørsmål 7

Hva er den minste og største verdien V_{out} kan ha?

- a) Minste verdi=0v, største=15v
- b) Minste verdi=5v, største=10v
- c) Minste verdi=0v, største=5v
- d) Minste verdi=5v, største=15v



Spørsmål 8

Kirchhoffs spenningslov sier at

- a) Den algebraiske summen av strømmene gjennom en løkke er 0
- b) Summen av strømmene gjennom en løkke er 0
- c) Den algebraiske summen av spenningene rundt en lukket sti er 0
- d) Summen av spenningeen rundt en løkke er 0

Spørsmål 9

En idell strømkilde har

- a) Uendelig stor indre resistans
- b) Indre resistans som er avhengig av spenningen over kilden
- c) Null indre resistans
- d) Indre resistans som er avhengig av strømmen gjennom den

Spørsmål 10

Resistans er et uttrykk for

- a) Et materiales motstand mot elektrisk spenning
- b) Et materiales motstand mot elektrisk strøm
- c) Et materiales evne til å lede elektrisk strøm
- d) Et materiales evne til å transportere protoner