

Forelesning nr.1 IN 1080

Mekatronikk

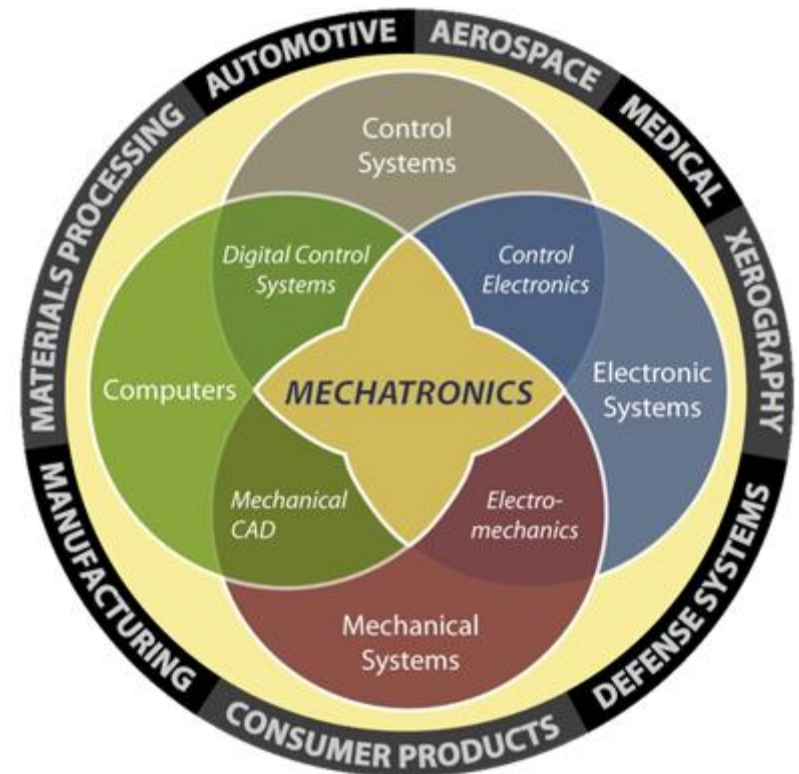
Kursoversikt

Ladning, strøm, spenning og resistans



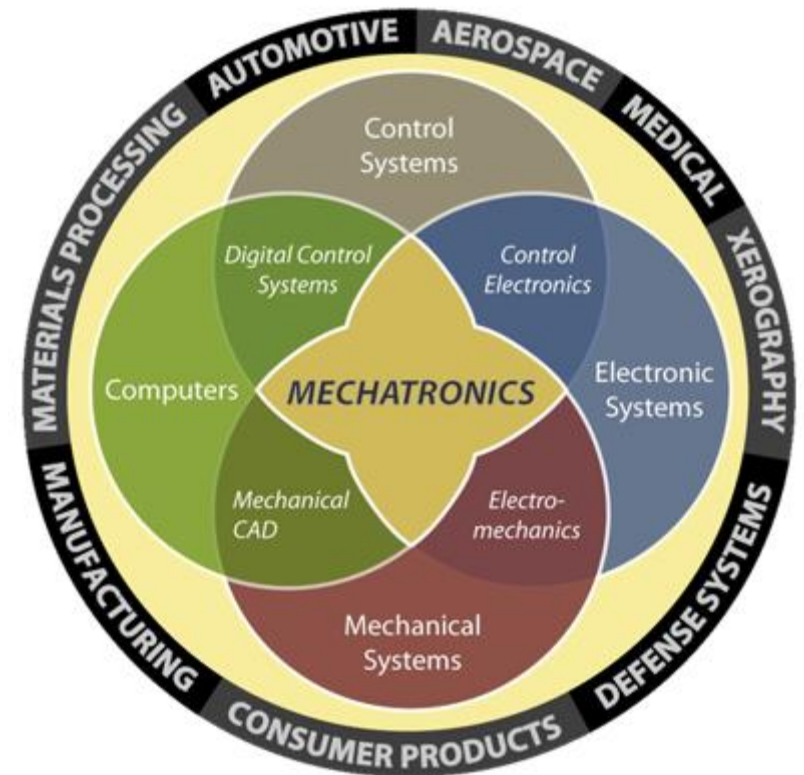
Hva er mekatronikk?

- **Mekatronikk** : Tverrfaglig disiplin innen ingeniørfag som kombinerer mekanikk, elektronikk, datateknikk, reguleringssteknikk og system design i utvikling og produksjon av nyttige og nye produkter
- IN1080 gir en innføring i noen sentrale områder i mekatronikk



Hvorfor mekatronikk?

- Nye utfordringer og muligheter
 - .Miljø- og klimarelaterte anvendelser
 - .Tunge og farlige arbeidsoppgaver
 - .Endret alderssammensetning
 - .Kvalitet, mekanisering og lønnsomhet
- Kunstig intelligens og autonomi
 - .Mekatronikk med kraftige primitiver
- IoT gir nye muligheter
 - .Enheter som kommuniserer



Organisering av kurset

- Kurset er delt i to hoveddeler
 - .Del 1: Innføring i analog elektronikk (frem til påske)
 - .Del 2: Innføring i mekatronikk (etter påske)
- **Del 1** gir kunnskaper innen utvalgte og grunnleggende temaer i generell analog elektronikk
- **Del 1** tar også for seg temaer som er relevante for del 2
- **Del 2** gir innføring i ulike typer aktuatorer (motorer), mikrokontrollere, kommunikasjonsprotokoller og sensorteknologier
- Fokus på hvordan ting fungerer i praksis

Organisering av kurset

- Forelesningsplanen ligger på kursets hjemmeside
 - .Forelesninger: 1 dobbeltime per uke
 - .Regneøvelser: 1 dobbeltime per uke
 - .Labøvelser: ca 1 dag per uke
- Obligatoriske øvelser
 - .3 øvelser som må bestås for å ta eksamen
 - .I utgangspunktet jobber to og to sammen
- Endringer i plan kan forkomme
 - .Sjekk forelesningsplanen jevnlig!

Om pensum

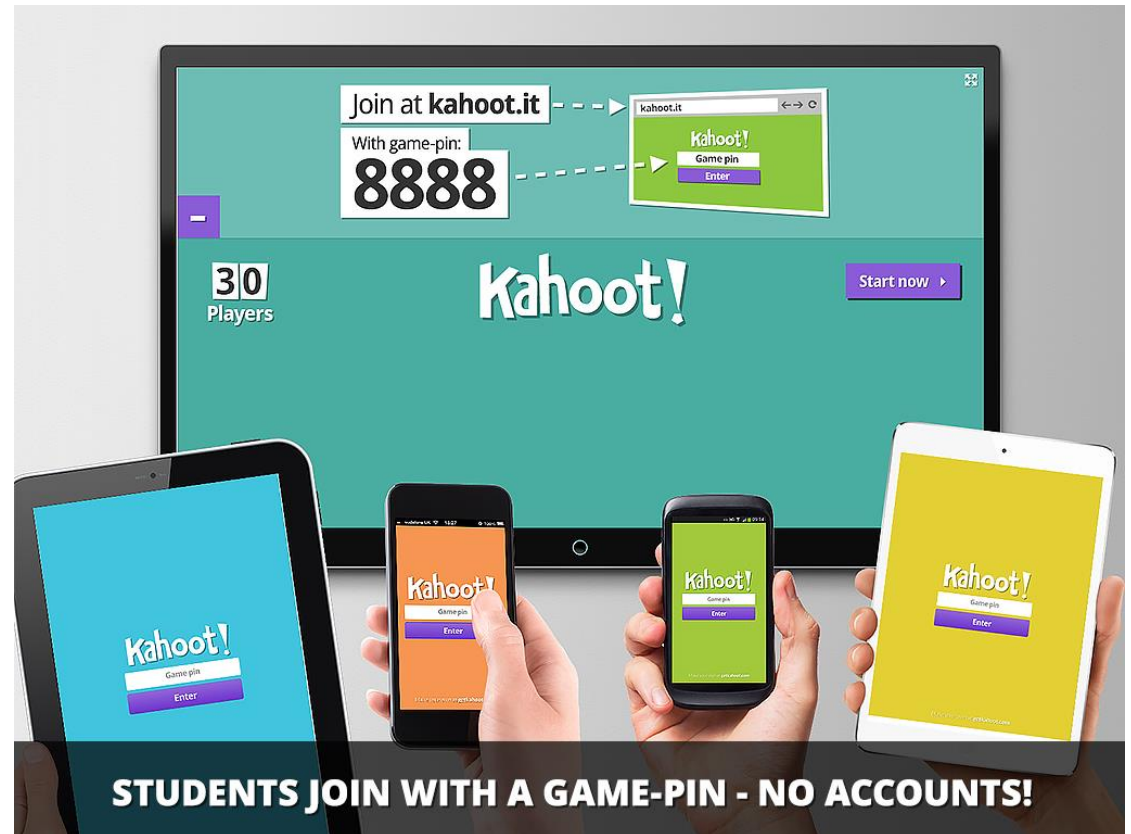
- . Pensum dekkes av
 - .Utdelte forelesningsnotater
 - .Oppgaver som på regneøvelser
 - .Faglig innhold i obligatoriske oppgaver
- . Læreboken anbefales om støttelitteratur og fordypning i generell analog elektronikk og bla elektromotorer

Datoer for labøvelser

- **Foreløpige** frister (sjekk kurssiden for oppdatert informasjon):
 - . Labøvelse 1: innlevering uke 16.februar
 - . Labøvelse 2: innlevering uke 16.mars
 - . Labøvelse 3: innlevering uke 11.mai
- Påmelding til labdag skjer i studentweb
- Fordeling på labpartier skjer på første regneøvelse (to personer per parti)
- Veiledere tilstede til faste tider
- Ikke vent til siste uken med å starte på lab'en!

Annet

- Oppsummering med Kahoot! på slutten av hver forelesning



Utviklingstrekk



1950
Datamaskinen



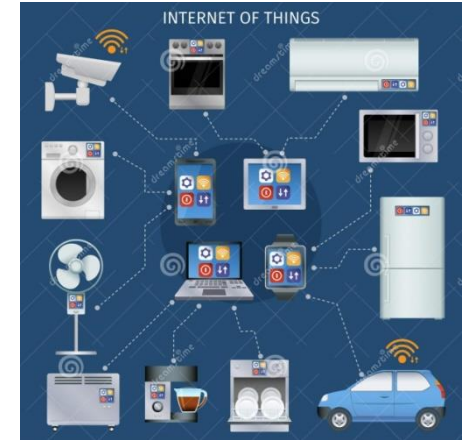
1970
Internet



1990
Mobiltelefon



2007
Smarttelefon og nettbrett



2017
Internet of Things

1960
*Transistorer og
Integrerte kretser*



1980
Personlig datamaskin



2000
Mobildata



2010:
Cloud computing



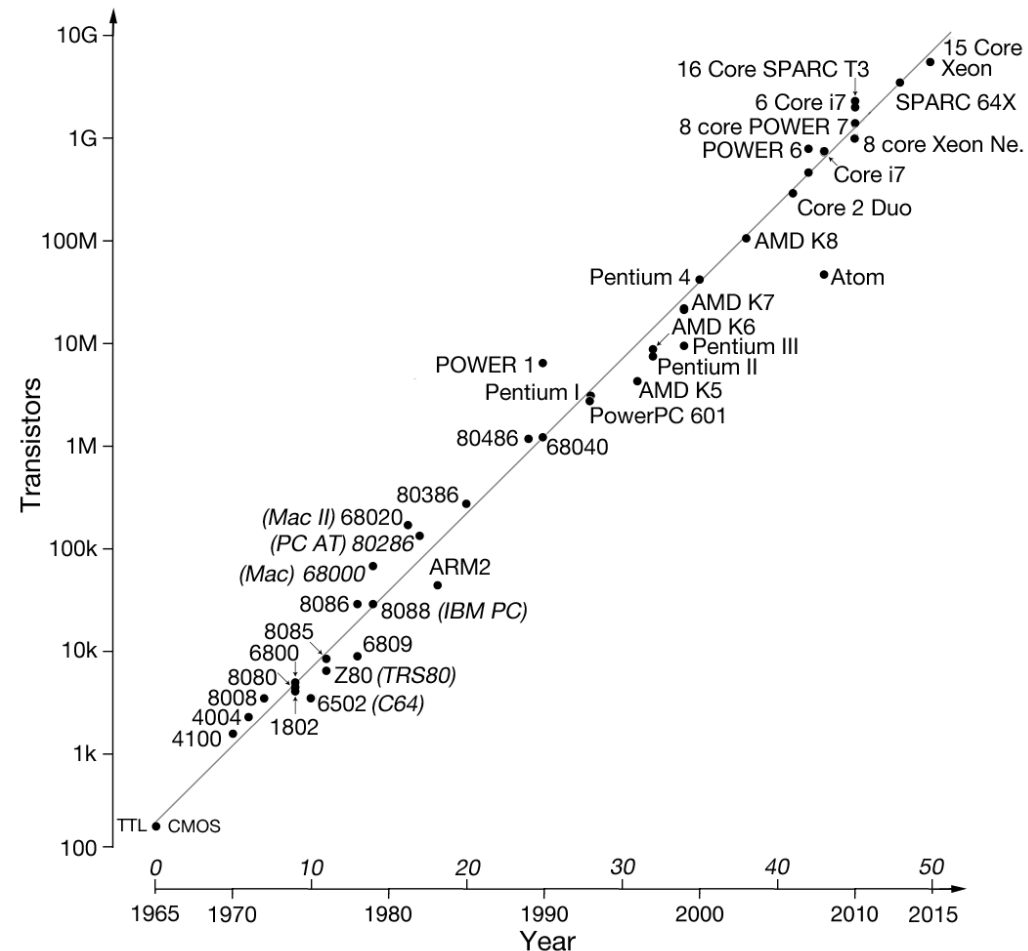
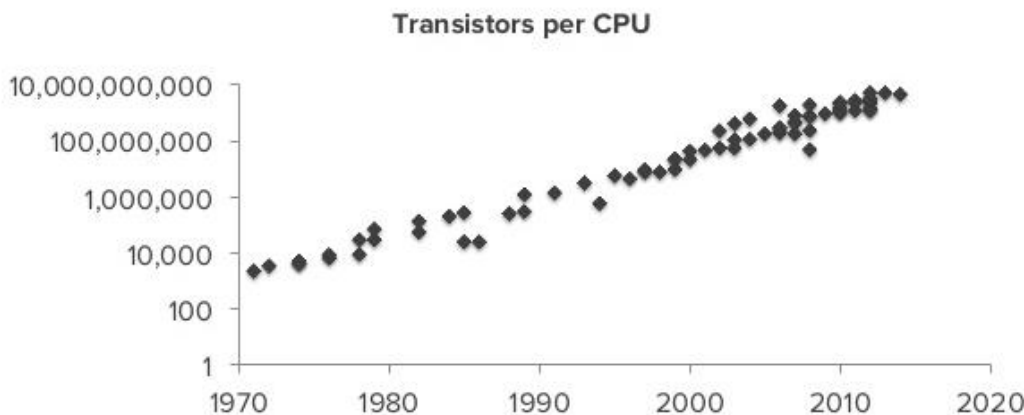
2025
*Quantum
Computing?*

Moore's lov – viktig grunnlag for utviklingen

“Antall transistorer på én integrert krets doubles hvert annet år”

Konsekvenser:

- Regnekraft doubles
- Datahukommelse doubles
- Båndbredde doubles
- Prisen halveres



Hvorfor analog elektronikk?

- Elektronikk er overalt:
 - Datamaskiner, husholdnings-apparater, (el)biler, båter, medisinsk utstyr, roboter, våpen, musikk, foto, film, fly, tog, mobil-telefoner, sparepærer.....
- **Digital** elektronikk: Bare to verdier, f.eks 0 volt og 3.3 volt («0» og «1»)
- **Analog** elektronikk: Verdier er kontinuerlige (uendelig mange)
 - Digital elektronikk er en spesiell type analog elektronikk

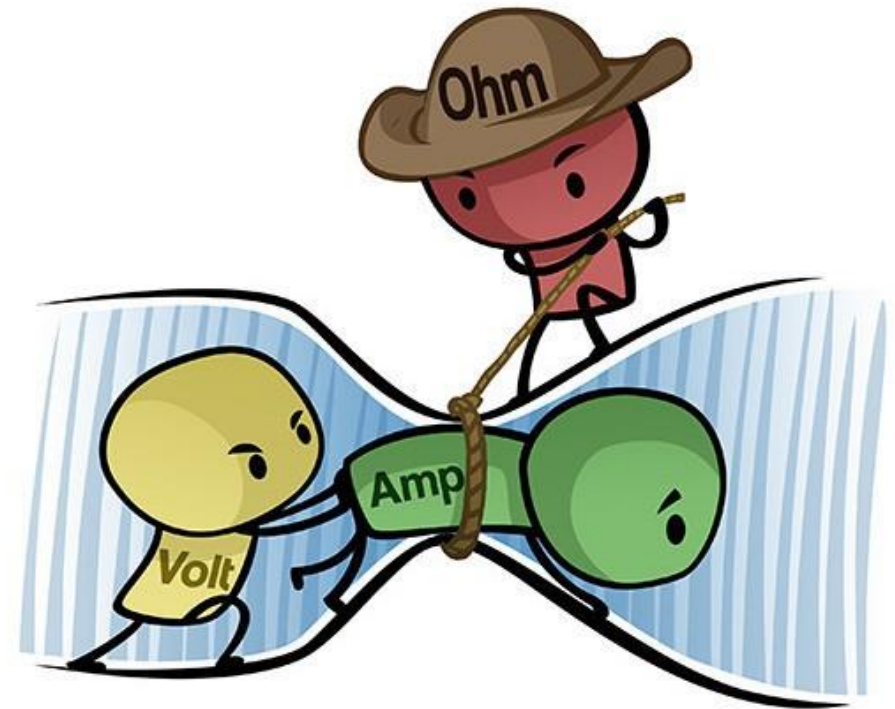


Hvorfor analog elektronikk? (forts)

- . Digitale systemer kan stort sett designes uten spesiell innsikt i analog elektronikk
- . MEN
 - .Konstruksjon av digitale byggeblokker skjer på analognivå
 - .Stadig raskere digitale kretser oppfører seg mer og mer som analoge kretser (dvs ikke bare «0» og «1»)
 - .Design av viktige funksjoner som trådløs kommunikasjon krever kunnskap om analog elektronikk
 - .Sammenkobling av ulike komponenter må ta hensyn til fenomener fra analog elektronikk, f.eks impedanstilpasning
 - .Verden er analog og ikke digital

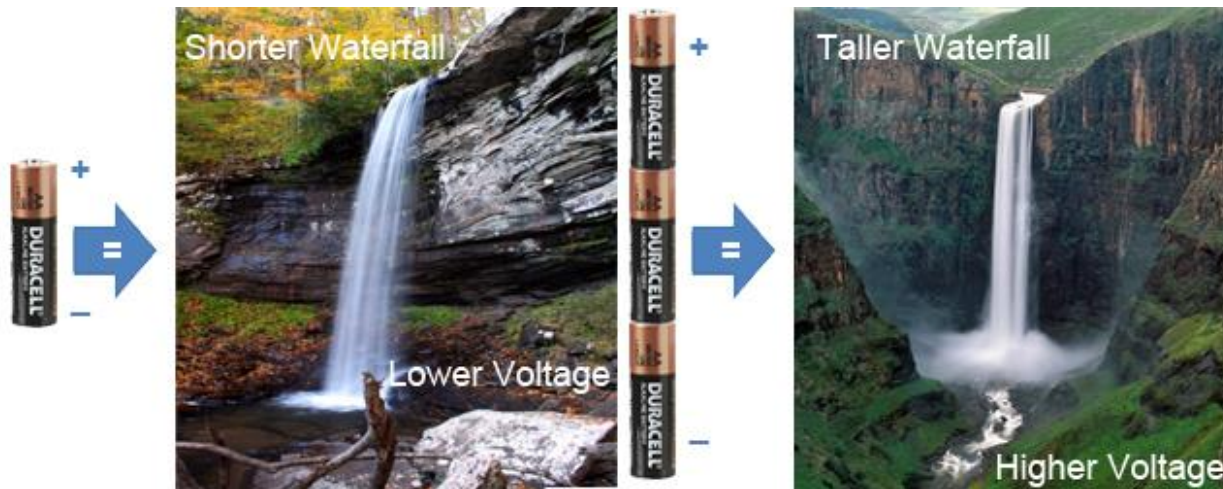
Strøm, spennning og motstand

- *Strøm, spennning og motstand* er sentrale begreper i elektronikk
 - **Strøm:** Elektrisk ladede partikler som beveger seg
 - **Spennning:** Forskjell i elektromagnetisk felt som får elektrisk ladede partikler til å bevege seg
 - **Motstand** : Egenskap ved materialer som bremser elektrisk ladede partikler



Strøm og spenning – en analogi

- Sammenligning: Vann som strømmer i en foss



- Spenning: Høyden til vannet
- Strøm: Vannmengden

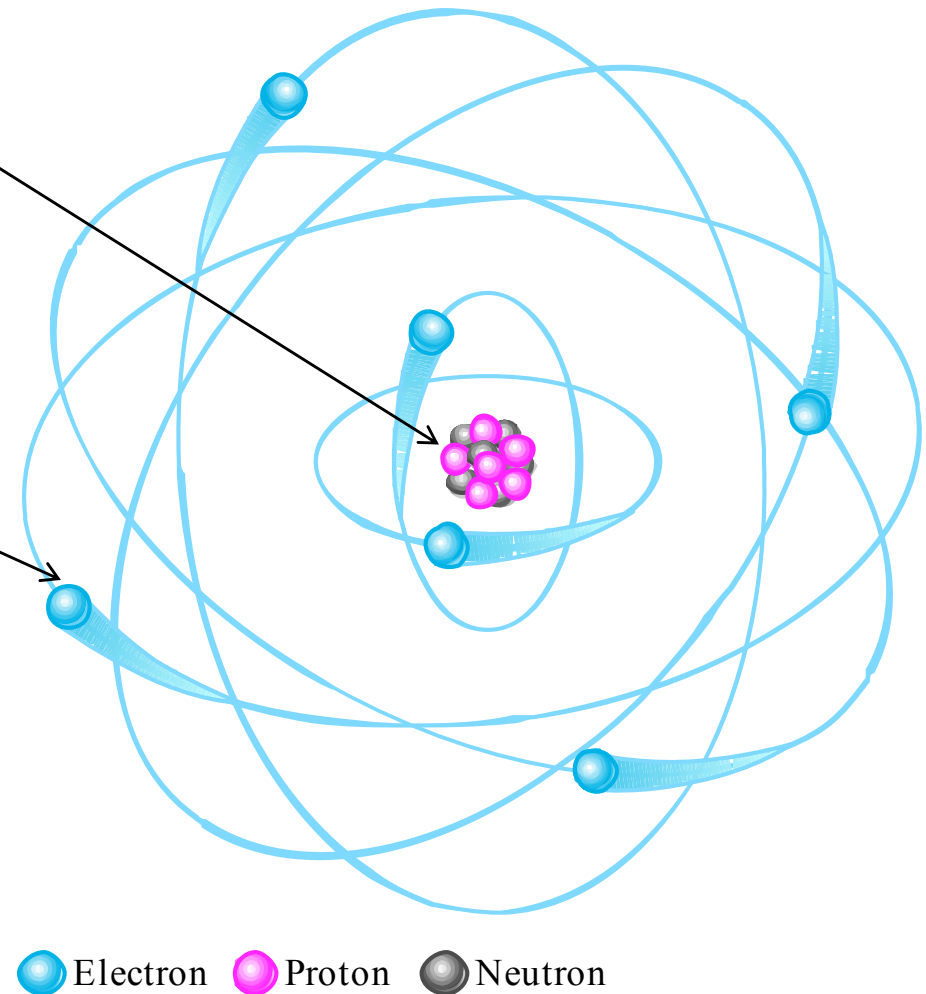
Motstand– en analogi

- Hvis vann renner gjennom et rør vil antall liter/sekund påvirkes:
 - Et langt rør bremser mer enn et kort
 - Et tynt rør bremser mer enn et tykt
- Elektriske ledere utviser tilsvarende egenskaper
 - En lang leder har større motstand enn en kort leder
 - En tynn leder har større motstand enn en tykk leder



Strøm og spenning: En mer presis forklaring

- Atomkjernen består av *positivt* ladede *protoner* og *nøytroner* uten ladning
- Rundt atomkjernen svever *negativt* ladede *elektroner* i faste baner eller skall
- I et nøytralt atom er antall elektroner og protoner likt



Atomer, valensbånd og ladning

- Elektronene i *valensbåndet* (det ytterste skillet) er med på å bestemme elektriske egenskaper til atomet
- Elektronene i ytre valensbånd har høyere energi og lavere binding til kjernen enn elektroner i indre skall
- Hvis det er få elektroner i det ytterste båndet kan de lett forlate atomet og bli *frie* elektroner

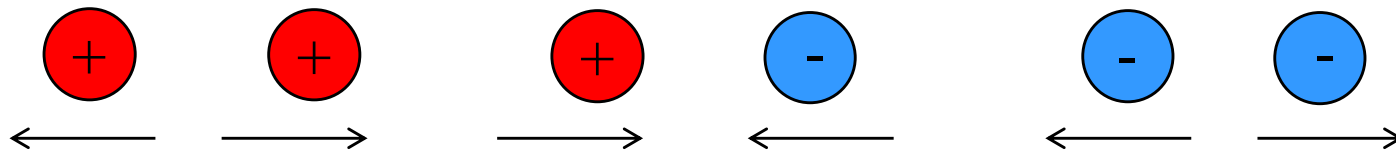


Elektriske egenskaper

- Antall elektroner i valensbåndet bestemmer *elektriske* egenskaper:
 - *Ledere*: Materiale med mange ledige elektronplasser i det ytterste valensbåndet, typisk. Kopper og sølv er eksempler på metaller som leder elektrisk strøm godt
 - *Halvledere*: Vanligvis fire valenselektroner i det ytterste skallet. Silisium og germanium er halvledere som leder strøm passe godt
 - *Isolatorer*: Ingen valenselektroner eller valenselektroner som er sterkt bundet til kjernen. Leder ikke strøm
- Alle tre typer behøves i elektronikk

Elektrisk ladning

- Mellom elektrisk *ladede* partikler (elektroner og protoner) er det en kraft som gjør at de enten *tiltrekker* eller *frastøter* hverandre

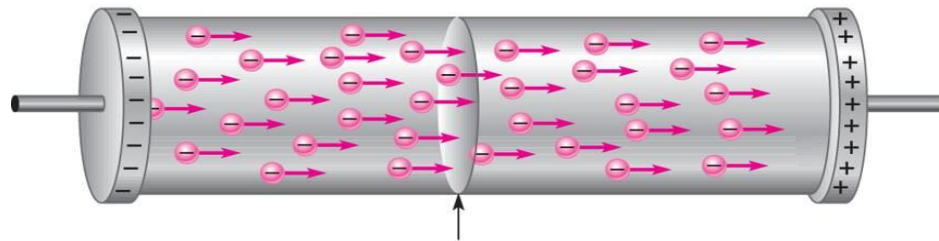


Elektrisk ladning (forts)

- Ladning måles i *coulomb* (C) = den samlede ladningen til 6.25×10^{18} elektroner
- Et elektron har ladning på -1.609×10^{-19} C; et proton har ladning på $+1.609 \times 10^{-19}$ C
- Ladning benevnes enten Q eller $q(t)$

Elektrisk ladning og strøm

- *Elektrisk strøm* måles i *ampere*
- 1 ampere tilsvarer 1 coulomb som passerer et vilkårlig tverrsnitt i en elektrisk leder i løpet av 1 sekund



- Elektrisk strøm I er mål for antall ladninger som beveger seg eller overføres per tidsintervall

$$I = \frac{Q}{t}$$

Elektrisk ladning og strøm

- Strøm har både en *verdi* og en *retning* (vektor)
- Symbolet for strøm er I eller $i(t)$
- Sammenhengen mellom i og Q skrives som et *differensial*:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Strøm

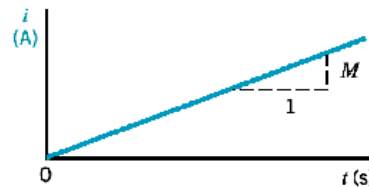
- Strøm har alltid en retning som kan angis med en pil



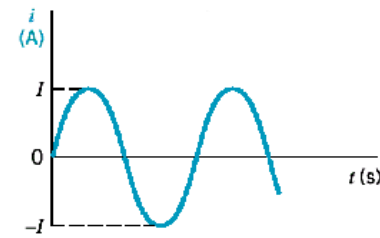
- Begge figurer angir samme strømstyrke og retning

Ulike typer: Likestrøm (dc) og vekselstrøm (ac)

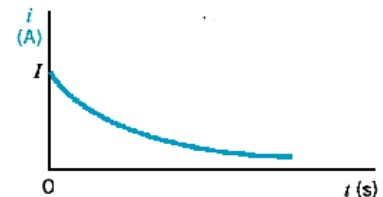
- En *likestrøm* er konstant over tid (tidsinvariant)
- Betegnes med « I »
- En *vekselstrøm* varierer med tiden og betegnes med « i » eller « $i(t)$ »
- Variasjonen kan enten være *periodisk* eller *ikke-periodisk*



(a)

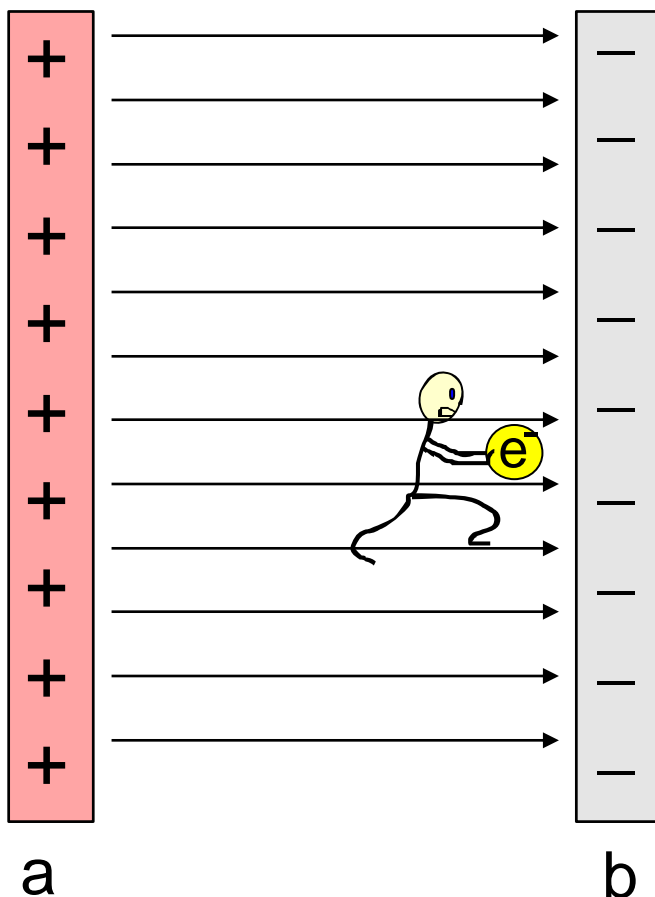


(b)



(c)

Spenning



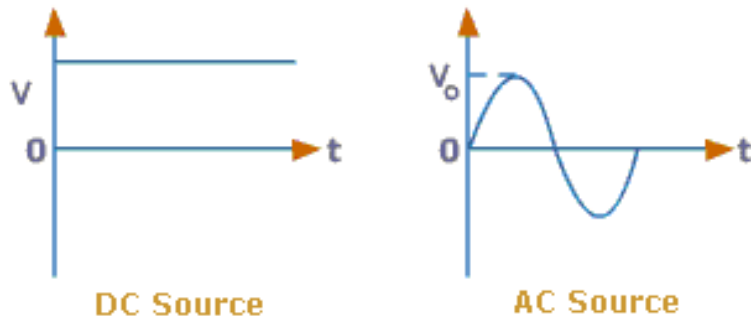
- For at ladninger skal bevege seg mellom må det være en *potensial-* eller *spenningsforskjell*
- Spenningsforskjellen er et mål på arbeidet som kreves for å flytte ladninger fra *a* til *b*
- Spenning måles i *volt* og er definert ved

$$V = \frac{\text{energi}}{\text{ladning}} = \frac{W}{Q}$$

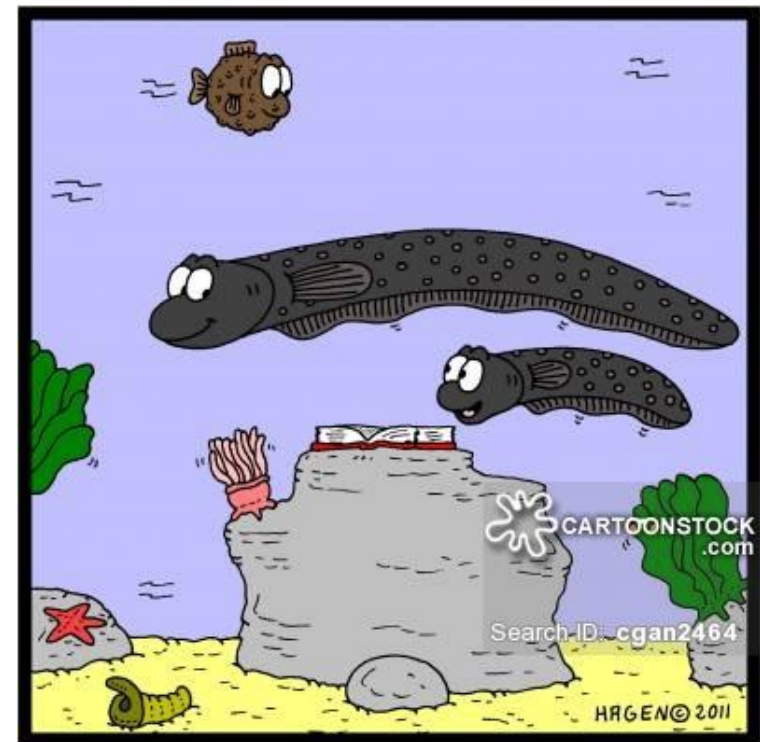
- **1 volt** er spenningen mellom *a* og *b* når **1 joule** brukes for å flytte en ladning på **1 coulomb** fra *a* til *b*
- **Merk:** Spenning betegnes med *U* eller *V*

Spenningskilder

- Spenning kan enten være likespenning eller vekselspenning



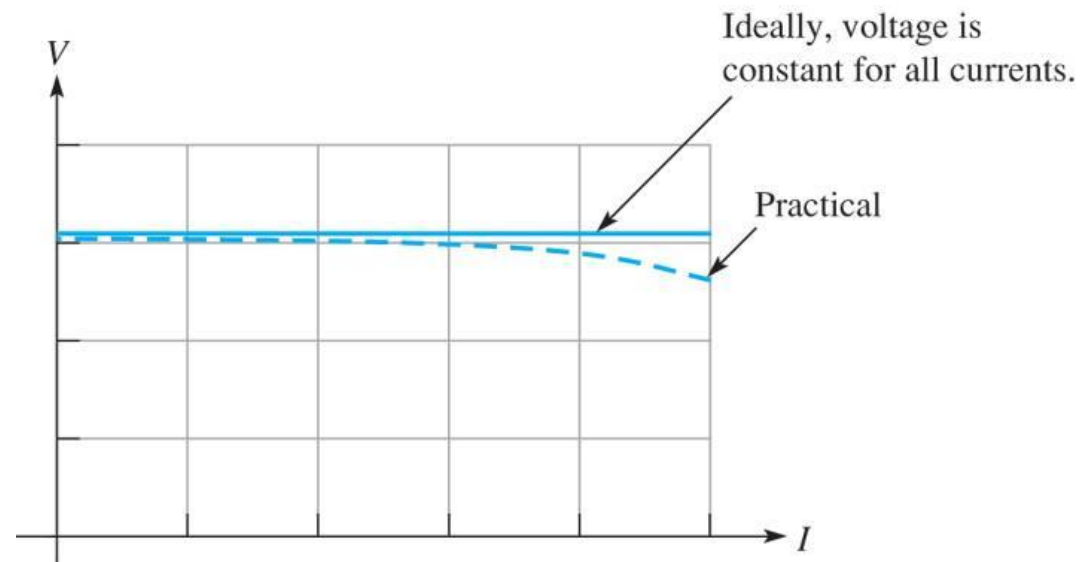
- Batterier og solceller er likespenningskilder hvor spenning oppstår ved kjemiske reaksjoner eller konvertering av lys
- Generatorer lager vekselspenning ved omdanning av mekaniske bevegelser som vind, vann eller havbølger



Dad, do we zap in AC or DC?

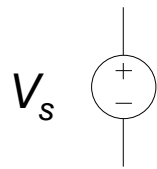
Spenningskilder (forts)

- Spenningskilder kan enten være *ideelle* eller *ikke-ideelle* (*praktiske*)
- En ideell kilde leverer konstant spenning uavhengig av strømmen kilden leverer
- I virkeligheten vil spenningen synke når strømmen øker

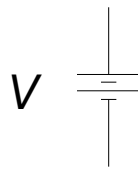


Spenningskilder (forts)

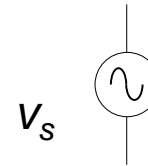
- Symboler for spenningskilder er



Likestrømskilde
(DC-spenning)



Batteri
(DC-spenning)

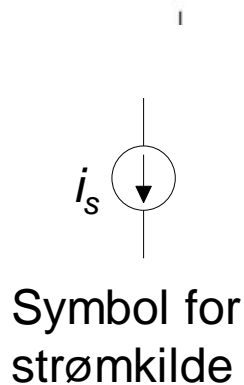


Vekselstrømskilde
(AC-spenning)

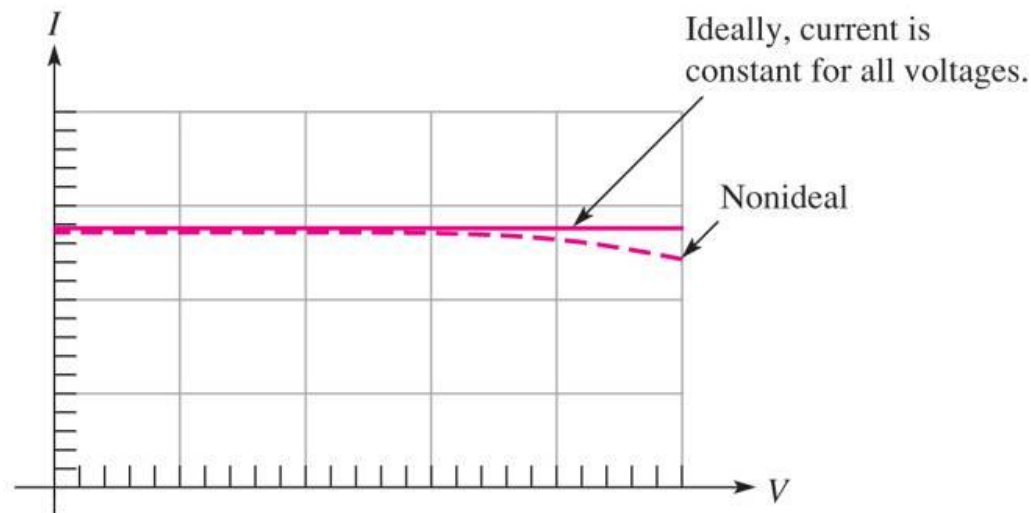
- '+' terminalen er V_s (eller v_s) volt *positiv* i forhold til '-' terminalen.
- Hvis V_s (eller v_s) er < 0 , er '+' terminalen *negativ* i forhold til '-' terminalen

Strømkilder

- Noen ganger trenger man kilder som kan levere strøm uavhengig av spenningen
 - For å levere konstant strøm må kilden variere spenningen etter behov
- Strømkilder kan være enten *ideelle* eller *ikke-ideelle*



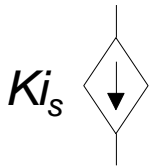
I



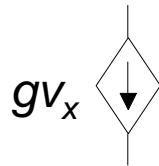
(b) IV characteristic

Oppsummering kilder

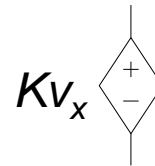
- I tillegg til å være idelle eller ikke-idelle, er kilder enten *uavhengige* eller *avhengige*
 - .Uavhengig:** Leverer strøm eller spenning som ikke er avhengig av andre strømmer eller spenninger i en krets
 - .Avhengig:** Leverer strøm eller spenning som er proporsjonal med en annen strøm eller spenning i en krets



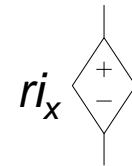
Strømkontrollert
strømkilde



Spenningskontrollert
strømkilde



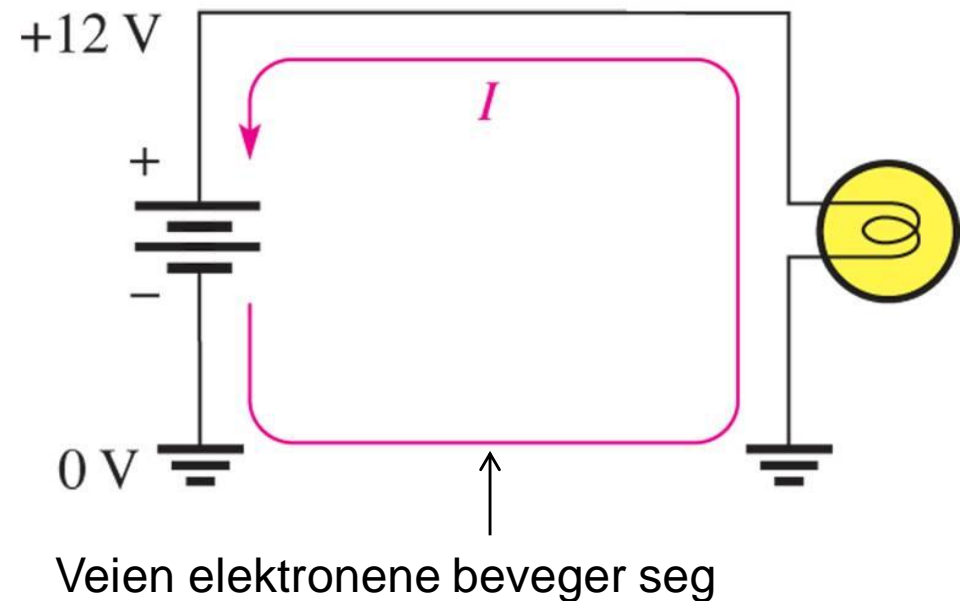
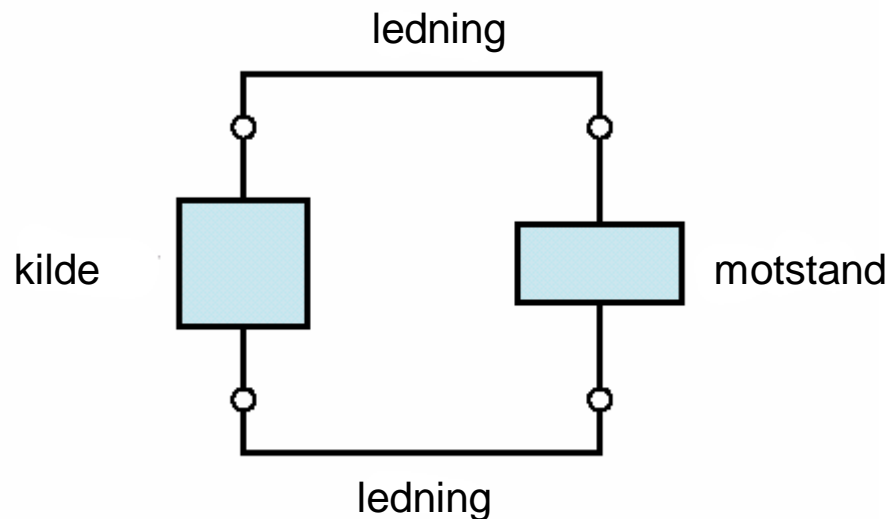
Spenningskontrollert
spenningskilde



Strømkontrollert
spenningskilde

Elektrisk krets

- En *elektrisk krets* er en sammenkopling av elektriske elementer i en lukket løkke slik at elektriske ladninger eller strøm beveger seg i løkken
- Vanligst at strømretningen vises fra '+' til '-', selv om det er elektroner som beveger seg (fra '-' til '+')



Resistans

- Resistans er et materiales motstand mot elektrisk strøm og er definert som $R=V/I$
- Resistans omgjør noe av bevegelsesenergien til elektronene til lys eller varme
- *Ledere* ønsker man skal ha veldig lav eller ingen resistans for å unngå tap av energi
- *Isolatorer* har uendelig stor resistans
- *Ohms lov* gir sammenhengen mellom spenning, strøm og resistans: $V=R*I$
- Ohms lov gjelder nesten alltid (i hvertfall i IN 1080)

Resistans (forts)

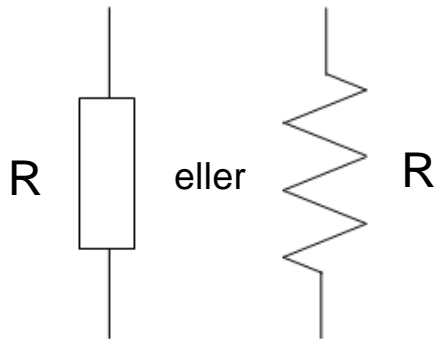
- Resistans måles i *ohm*
 - **1 ohm** er motstanden når det går en strøm på **1 ampere** i et materiale med **1 volt** spenningsforskjell mellom endepunktene
 - Det motsatte av resistans (dvs. ledningsevne) kalles *konduktans* og måles i Siemens

$$G = \frac{1}{R}$$

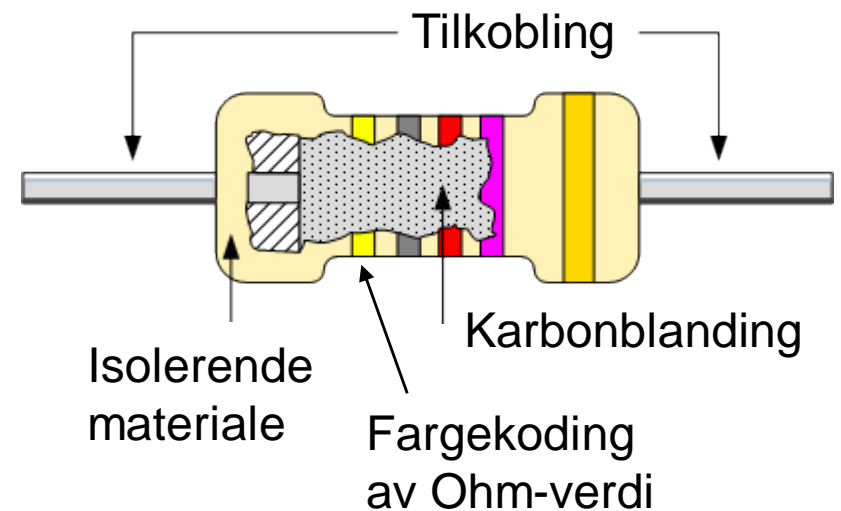
- Resistorer lages i ulike varianter avhengig av bruksområde og med ulike spesifikasjoner (maks strøm/spenning/effekt, fysisk størrelse/form, nøyaktighet)

Resistans (forts)

- En resistor er et element som har en bestemt resistans (ohm-verdi)

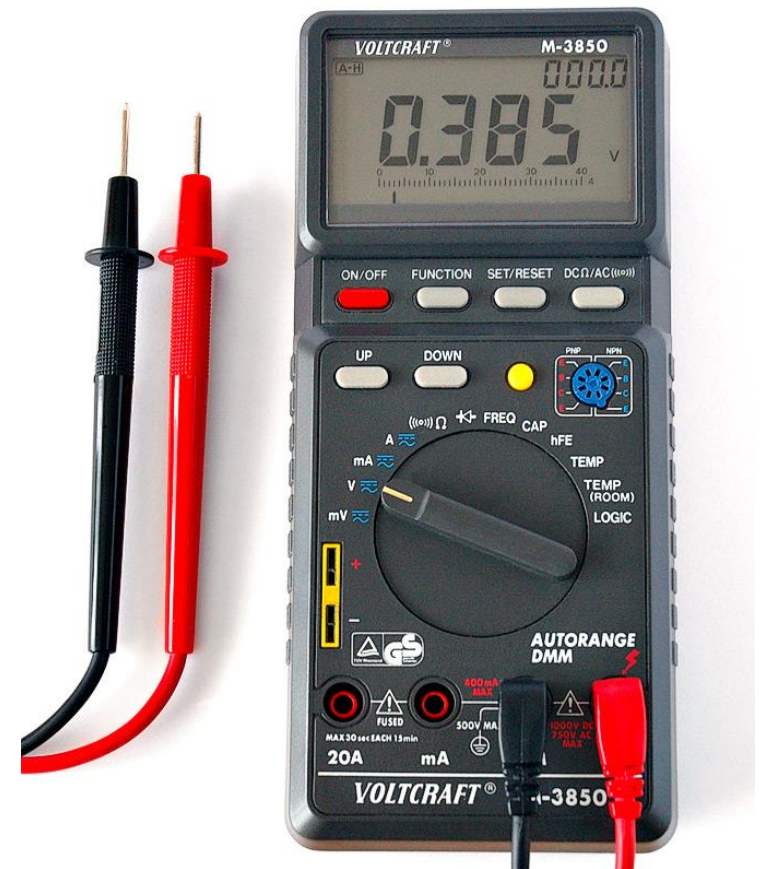
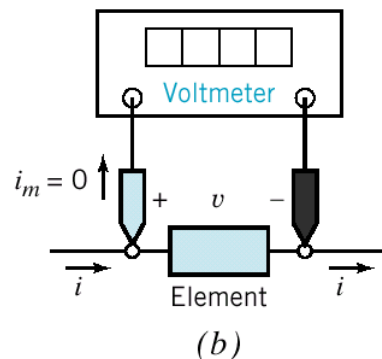
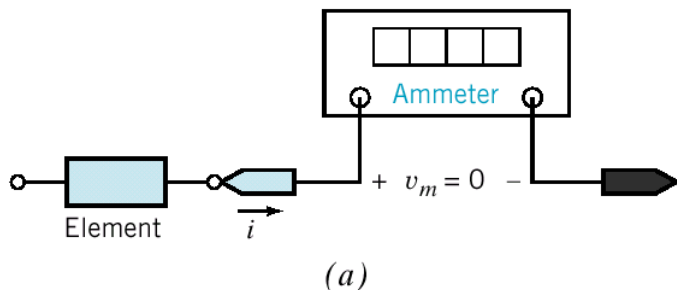


- Fargekoding brukes for å angi Ohm og toleranse/nøyaktighet



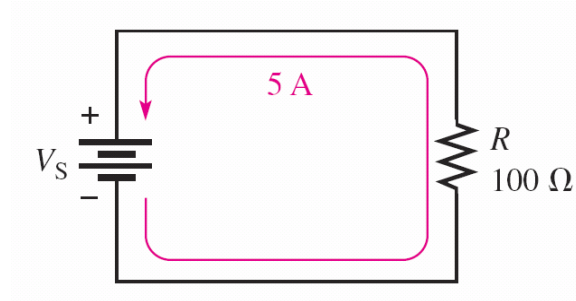
Måling av spenning, strøm og resistans

- Strøm, spenning og motstand kan måles med et *multimeter*
- Multimetre kan også måle effekt, frekvens, osv
- Man måler spenningen *over* og strømmen *gjennom* et element
- **NB: Viktig at instrumentet IKKE påvirker resultatet**



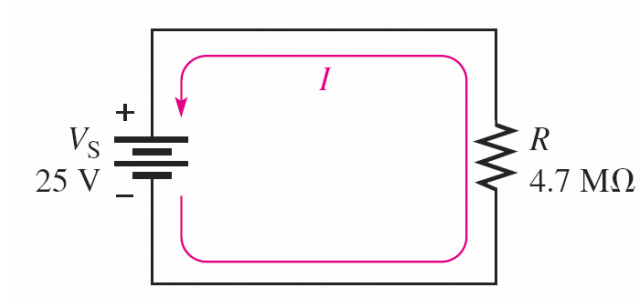
Bruk av Ohms lov

- Når spenning er ukjent:



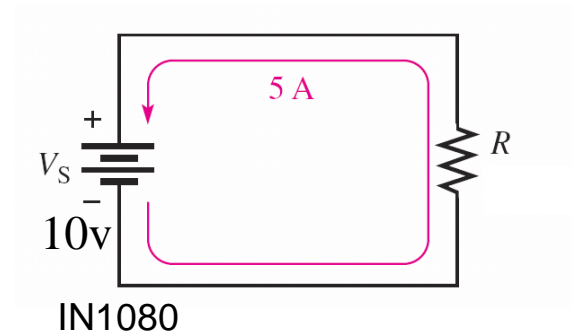
$$V = 100\Omega \cdot 5A = 500V$$

- Når strømmen er ukjent:



$$I = \frac{25V}{4.7M\Omega} = 5.32\mu A$$

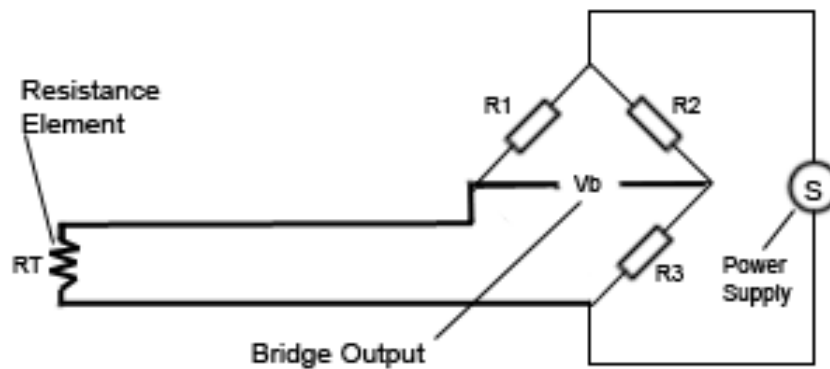
- Når resistansen er ukjent:



$$R = \frac{10V}{5A} = 2\Omega$$

Eksempel: Måling av temperatur

- Variasjon i R kan brukes til å måle temperatur:



- Spenningen V_b er et mål for temperaturen
- Fordelen med kretsen er at man ikke må måle både strøm og spenning for å bestemme R_t (dvs temperaturen)
- Kretsen kan også kalibreres (nullstilles)

Spørsmål

1) Atomnummeret angir

- a. protoner i atomkjernen
- b. nøytronkjerner i atomkjernen
- c. protoner pluss nøytroner i atomkjernen
- d. elektroner i det ytre skallet

2) Valenselektroner er

- a. I det ytre skallet
- b. involvert i kjemiske reaksjoner
- c. relativt løst bundet
- d. alle egenskapene over

Spørsmål

3) Partikkelen som er ansvarlig for elektrisk strøm i faste ledende materialer er

- a. protonet
- b. elektronet
- c. nøytronet
- d. alle nevnt over

4) Måleenheten for elektrisk ladning er

- a. C
- b. Ω
- c. Q
- d. W

Spørsmål

5) Hvis resistansen er 10Ω og strømmen er $0.2A$, hva er spenningen?

- a. 20 volt
- b. 0.2 volt
- c. 2000 milliVolt
- d. 2 Siemens

6) Ohms lov gir sammenhengen mellom

- a. Ladning, spenning og tid
- b. Ladning, strøm og tid
- c. Resistans, strøm og ladning
- d. Resistans, strøm og spenning

Spørsmål

7) 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

8) Hvis spenningen skal være konstant når strømmen øker, så må

- a. Konduktansen økes
- b. Resistansen økes
- c. Resistans holdes konstant
- d. Konduktansen holdes konstant

Spørsmål

9) 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

10) En uavhengig spenningskilde

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