

UiO : **Fysisk institutt**

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Velkommen til FYS 1210  
Elektronikk med prosjektoppgaver  
2016



# Elektronikk med prosjektoppgaver

## FYS 1210 - 2016

Foreleser : Morgan Kjølervbakken

Forelesninger :   Tirsdag 8:15 – 10:00  
                          Onsdag 16:15 – 17:00 (etter behov)

Regneøvelser:   mandag 12:15 – 14:00

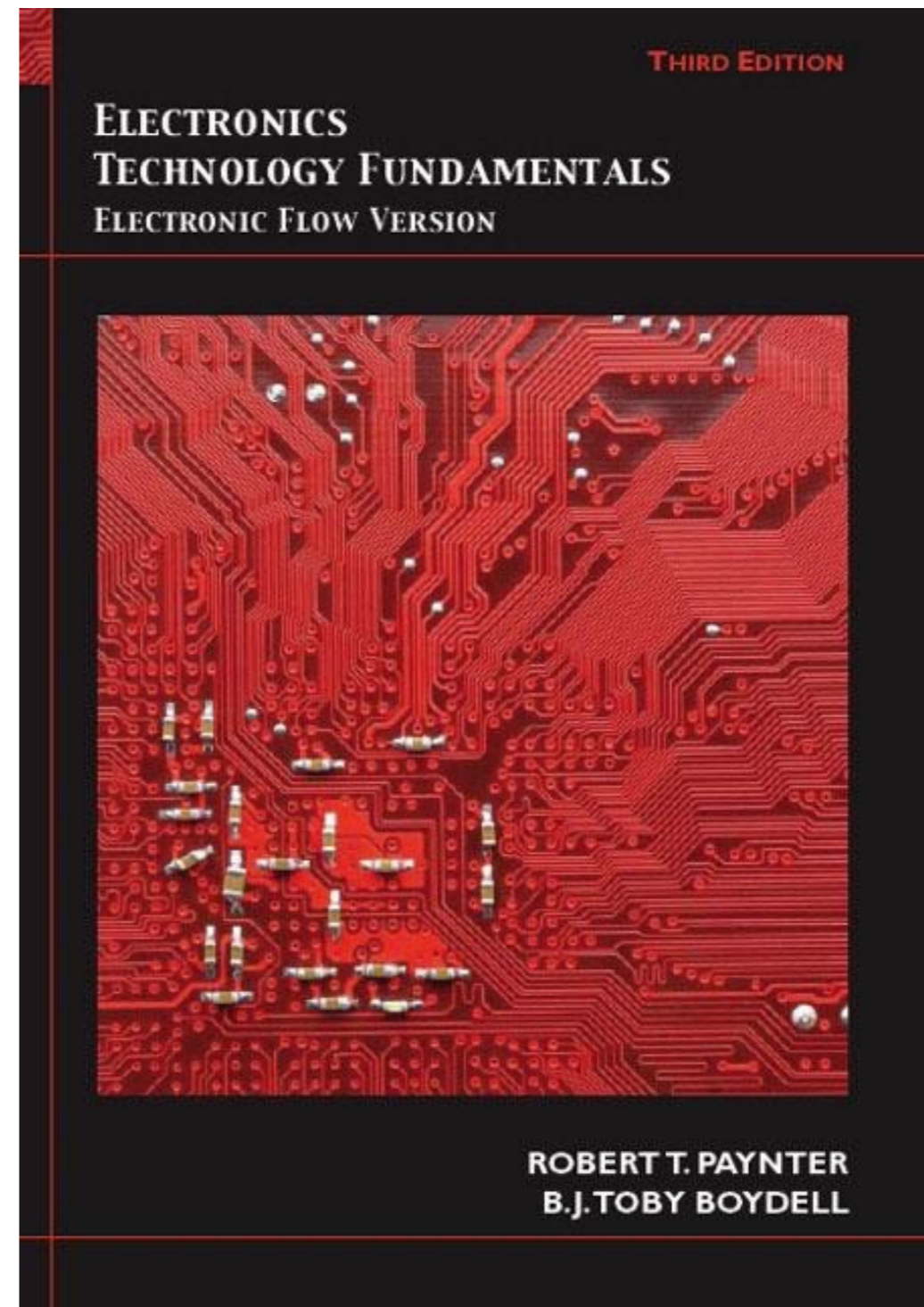
Lab.øvelser :    8 stk. + kurs i myklodding  
                          Mandag - torsdag

Prosjektoppgave:       2 - 3 uker

# Elektronikk med prosjektoppgaver

## FYS 1210

- Lærebok  
Electronics  
Technology  
Fundamentals  
Robert Paynter & B.J.Toby  
Boydell
- Gammel bok  
fra FYS108/204  
Microelectronics  
Jacob Millman &  
Arvin Grable



# Forelesningsplan våren 2016

## Uke 3

Introduksjon - Ledere, isolatorer og halvledere. Ohms lov. Serie- og parallellkopling av motstander, Kirchhoff, Superposisjon og Thevenin Kap. 1-7

## Uke 4

Kondensatorer og spoler. RC og RL-kretser. Filter. Litt fysikalsk elektronikk, Halvledere, doping, Kap 9 – 17

## Uke 5

Doping p-n overgang, dioder, diodekoplinger, Lysdioder og Zenerdioder. Bipolar transistor. Transistorforsterker. Kap 17 – 19, ( Lab - myklodding )

## Uke 6 & 7

Transistorforsterkere. Arbeidspunkt. Stabilisering. Kap 20 ( Lab 1 – PSpice simulering, Lab 2 målinger )

## Uke 8 & 9

Unipolare komponenter. Felteffekt transistor FET. - JFET, MOS & CMOS. Kap 21 ( Lab 3 Dioder – Lab 4 bipolar transistor )

**Uke 9** Diode transistor logikk, DTL og transistor transistor logikk, TTL. Eget kompendium om digitale kretser ( litt fra KAP. 24 )

# Forelesningsplan våren 2016

**Uke 10** Digitale kretsfamilier Kombinatoriske digitale kretser. Binær addisjon, Lab Digitale kretser, (Lab 5 DTL xx74LS )

**Uke 11** Operasjonsforsterkere - Egenskaper , Analog computing KAP 22 + forelesningsnotater (Lab 6 - Klokkegenerator (oscillator) og tellerkrets)

**Uke 12 og 13** Påskeferie (oppsamlingslab)

**Uke 14** Frekvensfiltre og tilbakekopling (Feedback) KAP. 23 (Lab 7 - Operasjonsforsterkere)

**Uke 15** Miller-effekt - Frekvensrespons – (Lab 8 - Resonas)

**Uke 16** Oscillatorer / piezoelektrisk effekt / Signalbehandling / Oppsamlingsuke lab

**Uke 17** Datakonvertering DA/AD / Radio AM/FM

**Uke 18** Multivibratorer / Schmitt-trigger KAP 24 / Sensorer & måleteknikk / Prosjekt

**Uke 19** Spenningsforsyninger KAP 25 / Prosjekt

**Uke 20** Repetisjon / Prosjekt      Uke 20 Repetisjon / Prosjekt

**Uke 22** Repetisjon /      Uke 23 Eksamen (7. juni kl. 09:00)

A photograph of two scientists in a cleanroom environment. They are wearing full-body protective suits, including hoods and masks. The scientist on the left is wearing a blue hood and a grey suit, while the scientist on the right is wearing a white hood and a white suit. They are both looking intently at a small, circular, purple-colored sample held by the scientist on the left. The background shows a cleanroom with various pieces of equipment and bright overhead lighting.

**FYS1210**

**Applied Physics and  
Electrical Engineering**

**FYS1210 åpner for en Master i Elektronikk Instrumentering og  
sensorteknologi ( FAM / ELDAT ) eller Fysikalsk elektronikk –  
avhenging av kursvalg**

# Medisinsk instrumentering / Bioimpedans

## Ørjan Martinsen

Fokuserer på to hovedretninger:

- Grunnleggende teori bioimpedans
- Kliniske anvendelser

Samarbeidet med Teorigruppa,  
Biofysikk og Medisinsk fysikk

Utgir Journal of Electrical  
Bioimpedance ,



Griseforsøk på Intervensjonsenteret

Har ansvar for Masterprogrammet Medisinsk Teknologi.  
Et samarbeidet med HiOA innenfor studieprogrammet ELDAT

# Micro- and Nanotechnology Laboratory

MiNaLab 5000 m<sup>2</sup>, åpnet 2004

**Bengt Svenson**

Elektronikkgruppen ved Fysisk institutt disponerer Norges største rentromslaboratorium for mikro- og nano-teknologi med tilhørende avansert analyseutstyr

Vi har et utstrakt samarbeid med forskningsinstitutter som SINTEF, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og Institutt for energiteknikk (IFE).



MeV ion accelerator  
1 MVolt terminal voltage



Scanning electron microscope for  
e-beam lithography



SIMS is a powerful method for  
characterizing solid materials



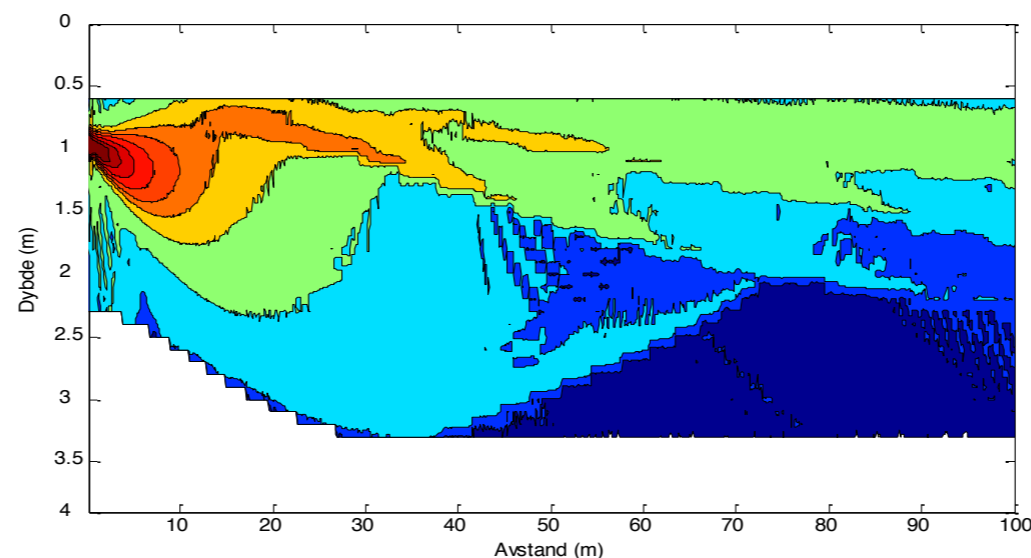
# Instrumentering / sensorteknologi Hydroakustikk / Sub Sea Technology

## Torfinn Lindem og Helge Balk

- Instrumentering og signalbehandling
- Kartlegge lydfelt på grunt vann.
- Simulering av lydfelt / signalbehandling
- Sonarsystemer for overvåkning av elver/innsjøer/merder (NINA / IMR)



Feltarbeid



Simulering av lydfelt



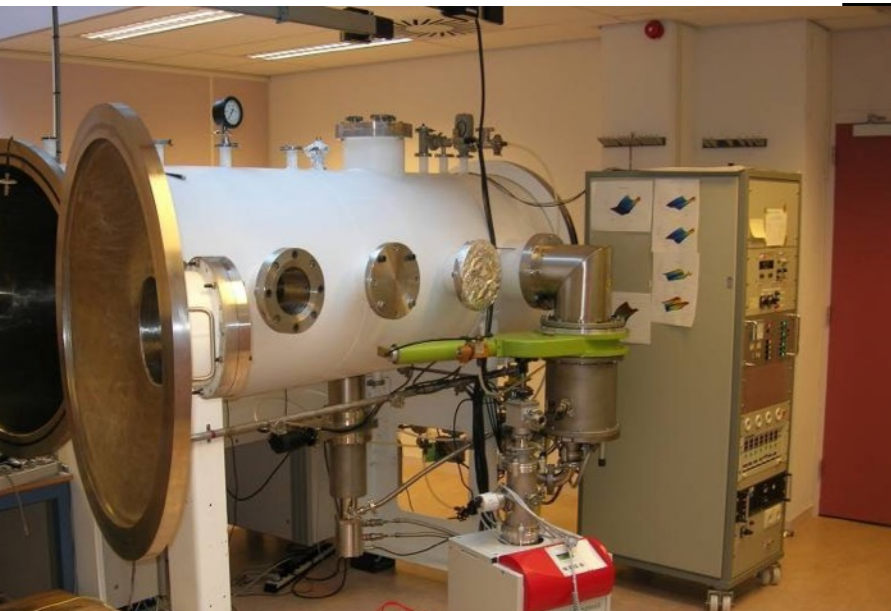
Feltarbeid

# STAR

## Space Technology and Research

**Torfinn Lindem, Ketil Røed, J.K.Bekkeng**

Masteroppgavene knyttes opp mot ESA (European Space Agency) og NASA sine rakett- og satellittprogram, EISCAT- måleprogrammet for nordlys over Nord-Norge og Svalbard, samt bakke- og satellittbaserte målinger av solstråling.



Plasmalab ESA –ESTEC  
The European Space Research and Technology Centre



Space weather -GPS  
Instrumentering :CubeSTAR

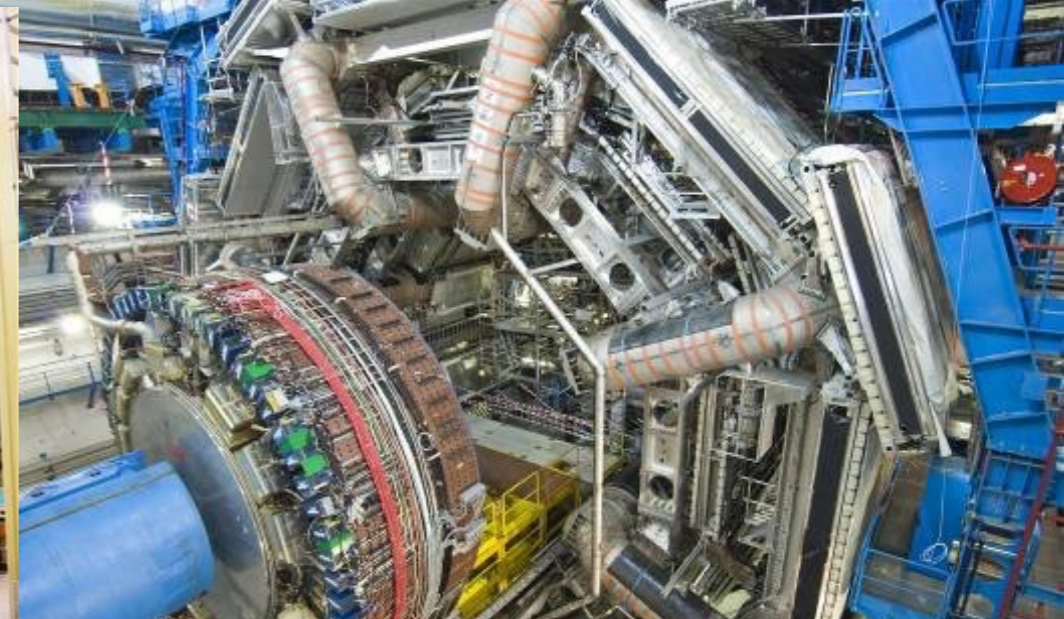


# CERN

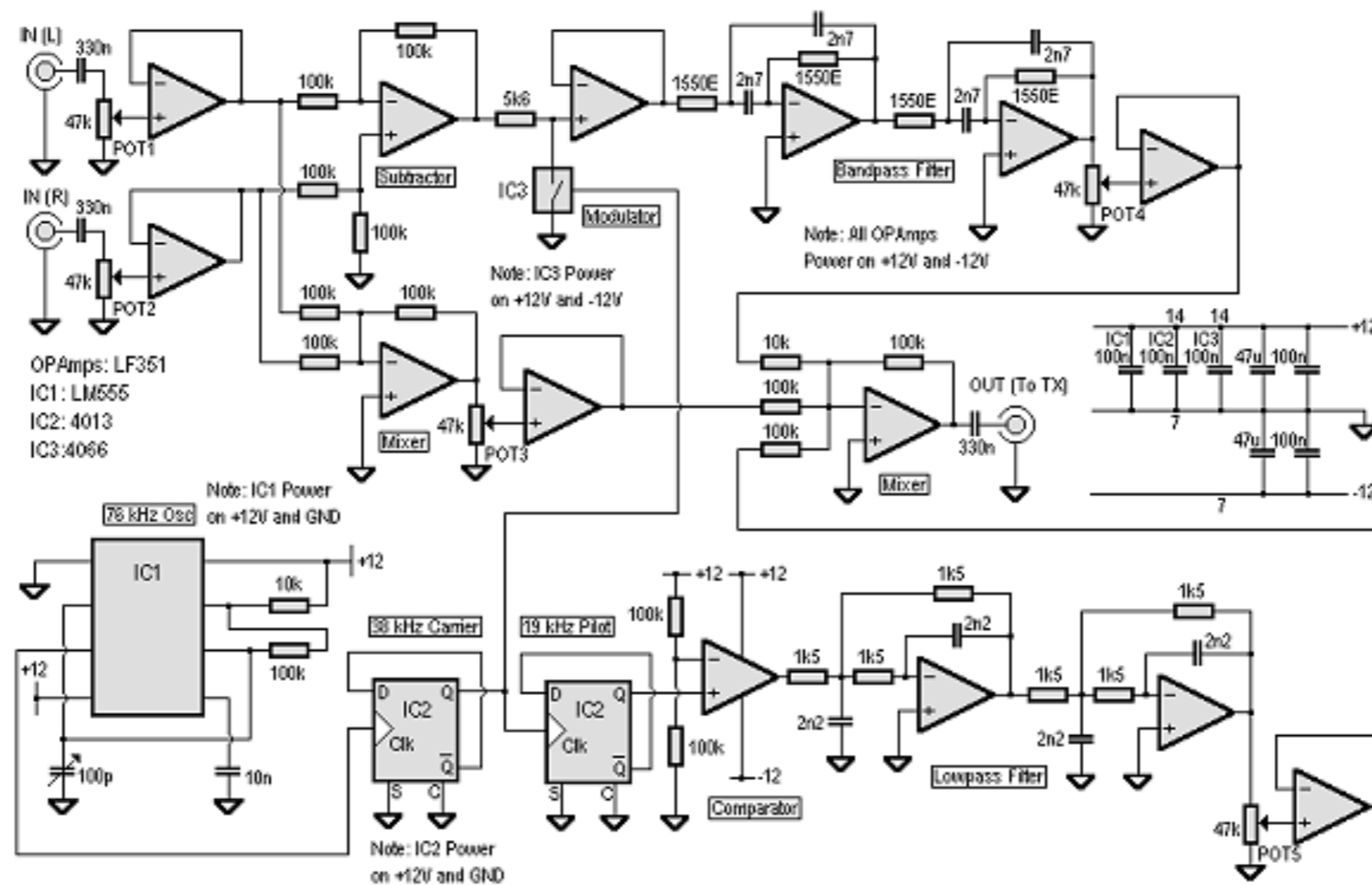
## Ketil Røed

CERN – detektorer og raske datasystemer er utviklet og produsert av medlemmer / studenter / verksteder ved Fysisk institutt

Fagområdet er meget internasjonalt i sin natur, og det gjøres en rekke eksperimenter hvor masterstudenter deltar ved for eksempel CERN (Genève) og ESA (European Space Agency)



# Hva lærer du



Skjema viser en FM-stereo sender

Etter FYS1210 skal du kjenne alle disse kretselementene

# Elektronikk med prosjektoppgaver

## FYS 1210

- Passive komponenter
- Kretselektronikk
- Fysikalsk elektronikk
- Elektriske ledere/ halvledere
- Doping
- Dioder - lysdioder
- Bipolare transistorer
- Unipolare komponenter FET, MOS, CMOS

# Elektronikk med prosjektoppgaver

## FYS 1210

- Digitale kretsfamilier
- Operasjonsforsterkere
- Tilbakekopling/feedback
- Analog computing
- Frekvensrespons Bodeplot
- Digital til analog D/A
- Analog til digital A/D
- Signalgeneratorer

# Elektronikk med prosjektoppgaver

## FYS 1210

- Signalbehandling
- Elektrisk støy – HiFi – TIM - klirr
- Radiokommunikasjon / superheterodyneradio
- GSM, mobiltelefoni
- Antenner
- Kraftforsyning
- Måleteknikk
- Sensorer

# GRUNNLAG

Dette må sitte godt

Skal vi forstå moderne elektronikk - må vi først beherske elementær lineær kretsteknikk.

1. **Ohms lov** -  $U = R \cdot I$  og  $P = U \cdot I = U^2 / R$

2. **Kirchhof "lover"** om distribusjon av strømmer og spenninger i en krets

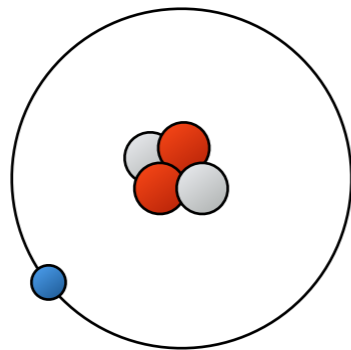
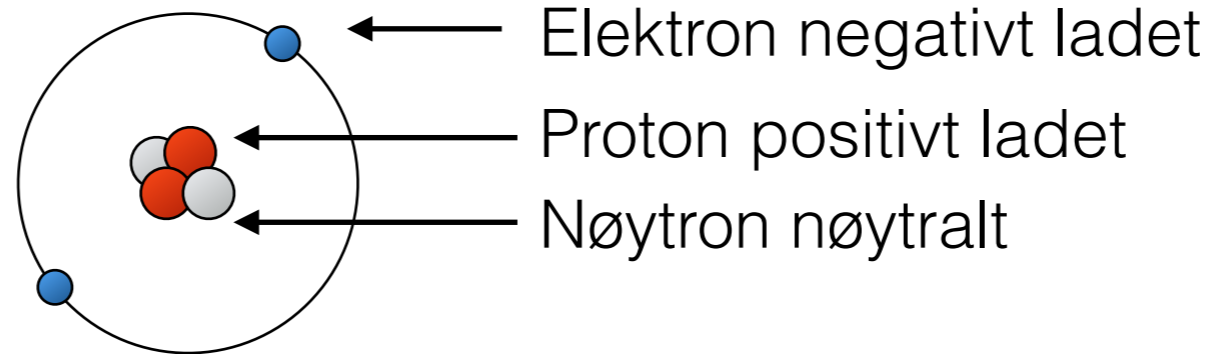
3. **Thevenins teorem**

4. **Superposisjonsprinsippet**

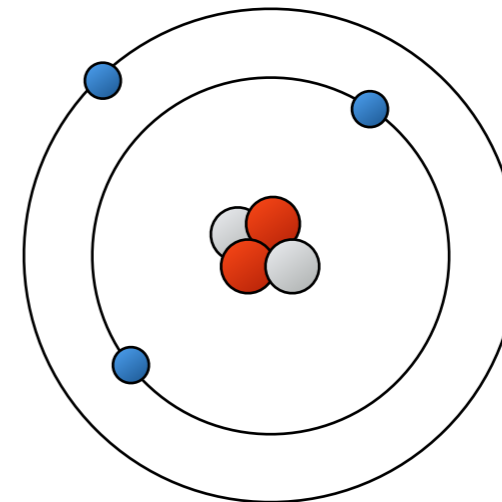
Vi må også forstå passive komponenter; motstander, kondensatorer og spoler.



# Ladning



Når et elektron mangler er det en overvekt av positive ladde protoner og atomet er positivt ladet



Når et atom har et ekstra elektron er det en overvekt av negativt ladde partikler og atomet er negativt ladet

Måleenheten for ladning er Coulomb (C) og tilsvarer  $6,28 \cdot 10^{18}$  elektroner

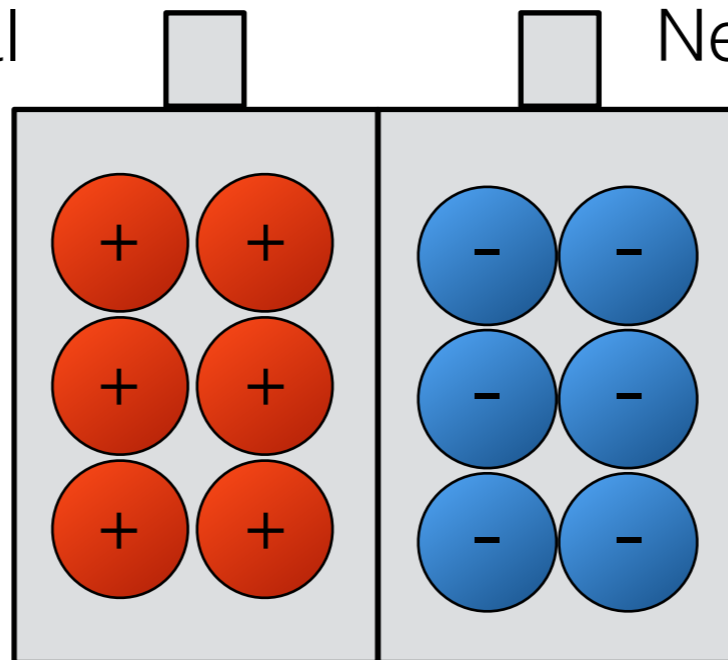
# Spenning

Spenningspotensiale



Positiv terminal

Negativ terminal



Spenning er forskjell i potensiale som kan generere en strøm av ladninger gjennom en krets. Man bruker ofte uttrykket elektromagnetisk kraft (EMF) om kraften som får elektronene til å bevege seg.

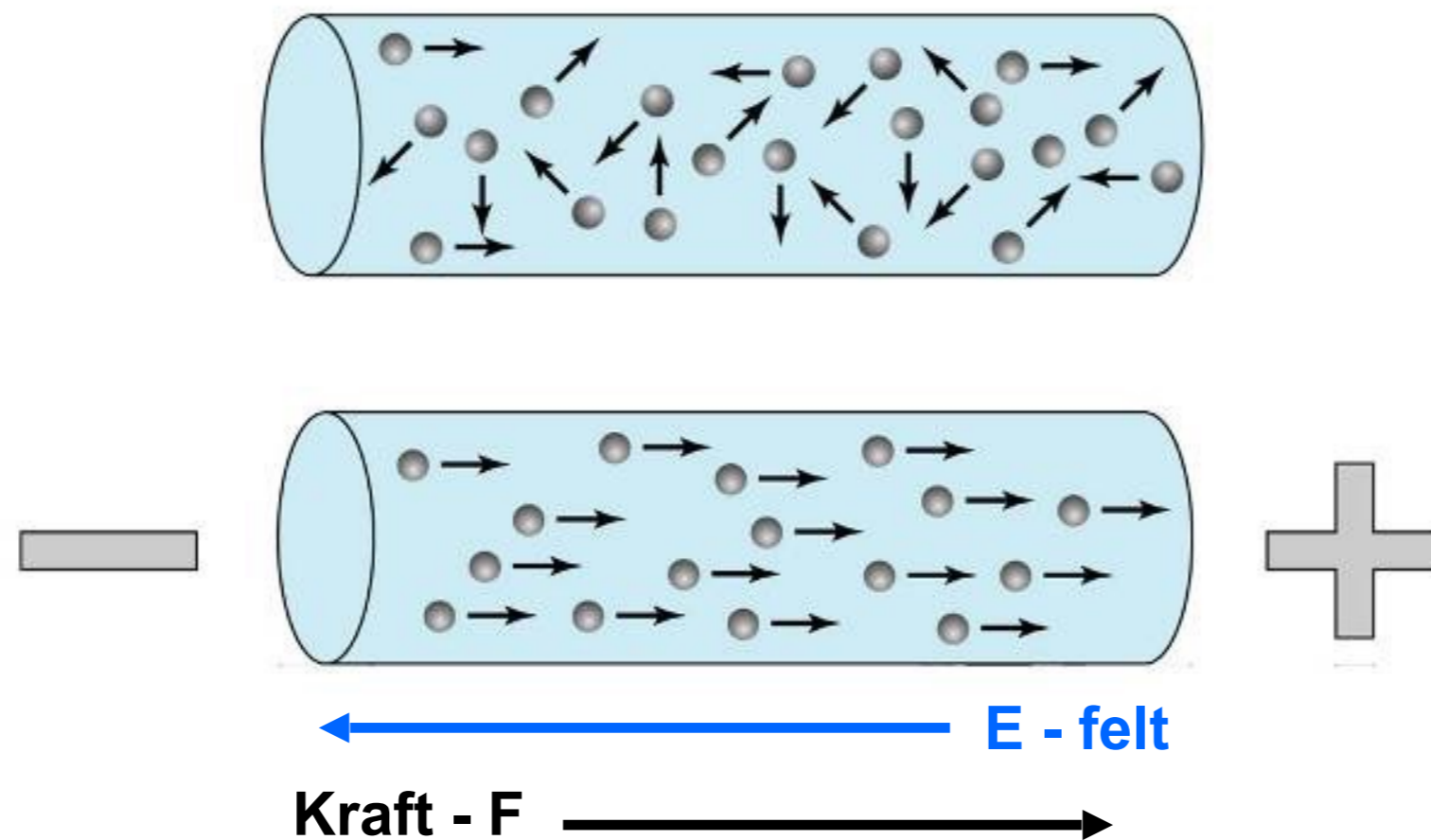
Måleenheten for spenning er Volt (V) og  $1V = 1 \text{ Joule/Coulomb} = 1J/C$

# Strøm

- elektriske ledere – halvledere – isolatorer

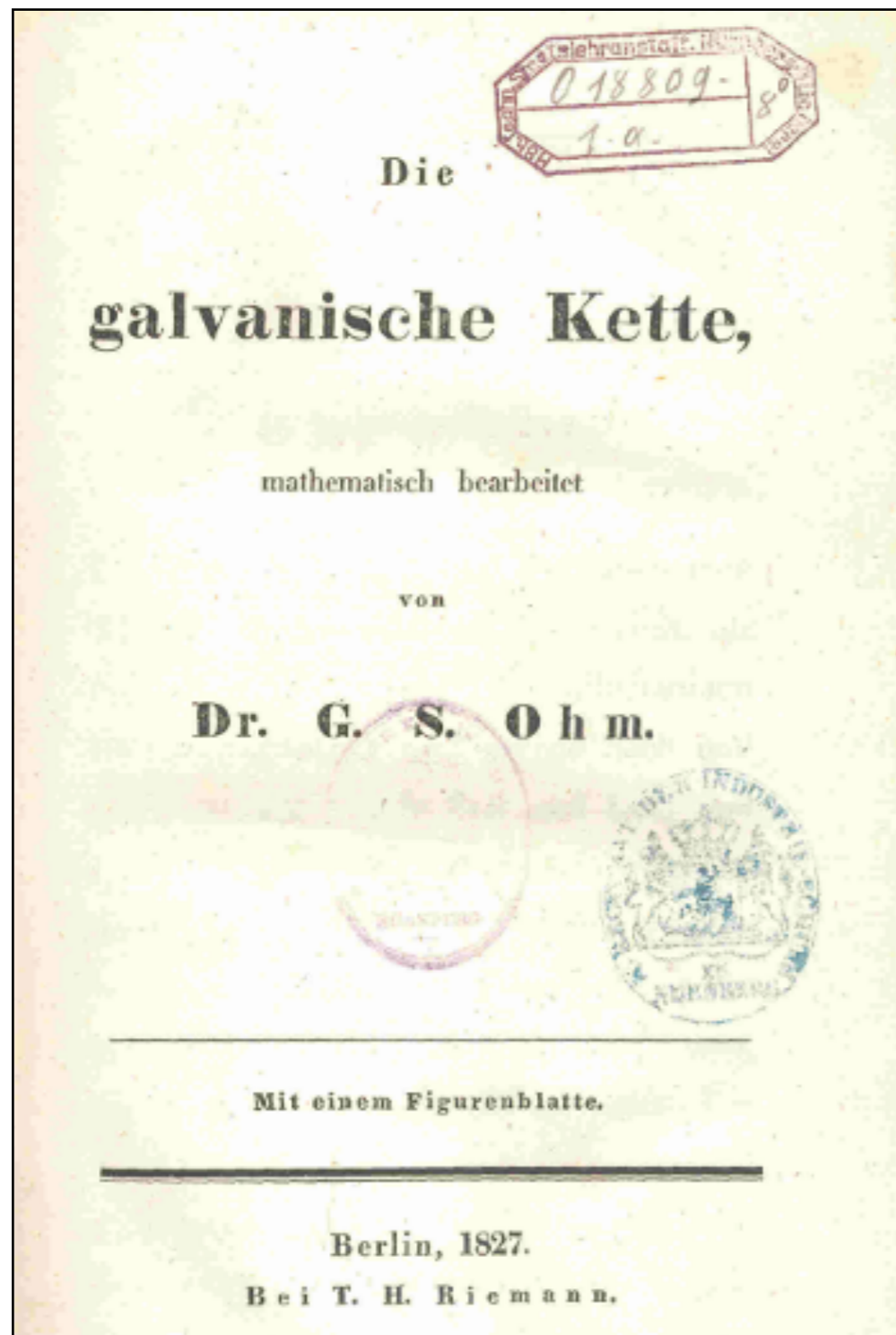
Elektrisk strøm (current) er en rettet strøm av ladningsbærere gjennom en ledning

- Termisk energi (varme) frigjør elektroner i en elektrisk leder
- Elektronbevegelsen er tilfeldig – inntil vi utsetter lederen for et elektrisk felt



Måleenheten for strøm er Ampere og  $1 \text{ Ampere} = 1 \text{ Coulomb/sekund} = 6,28 \cdot 10^{18}$  elektroner per sekund.

# Kretsteknikk – en gammel historie



Det meste av grunnlaget for den elektrisk kretsteknikk ble beskrevet av den tyske fysiker George Simon Ohm i 1827 –

“Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet”  
- En matematisk beskrivelse av den elektriske krets  
( Kette = lenke, kjede )

# Ohms lov

George Simon Ohm ( 1787-1854 )

Ohms lov er en observasjon som viser at motstanden R har en **konstant** verdi for metaller - hvis temperaturen er konstant.

$$R = \frac{U}{I} \quad U = R \cdot I \quad I = \frac{U}{R}$$

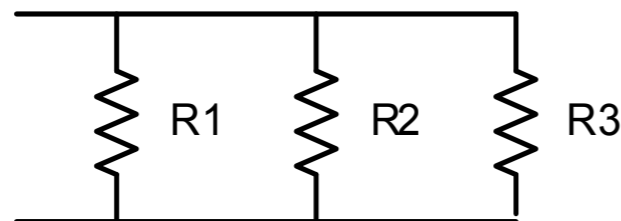
*U = Den elektriske spenningen i Volt*

*R = Den elektriske motstanden i Ohm*

*I = Den elektriske strømmen i Ampere*



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



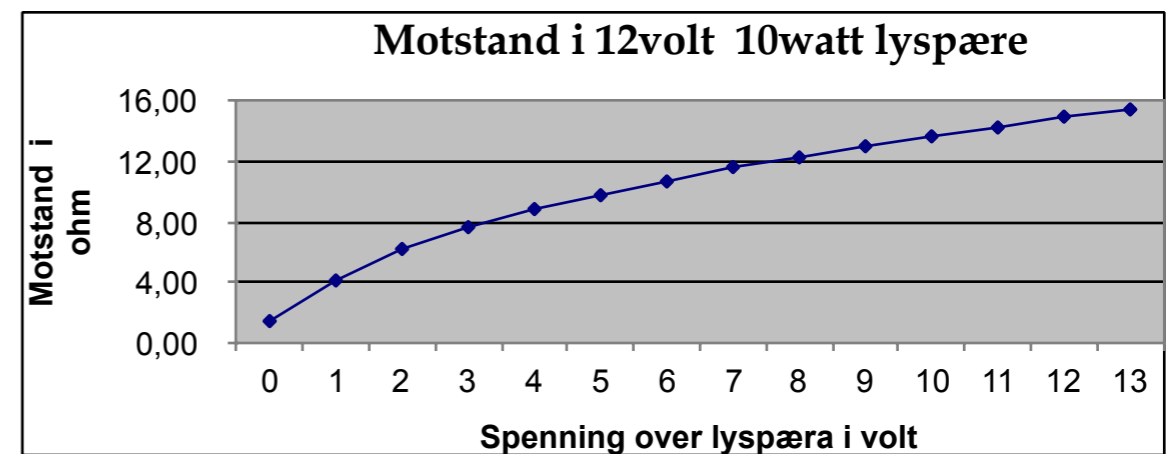
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

# Ohms lov

Ohms observasjoner viste at resistansen  $R$  er konstant for metaller – bare hvis temperaturen er konstant.

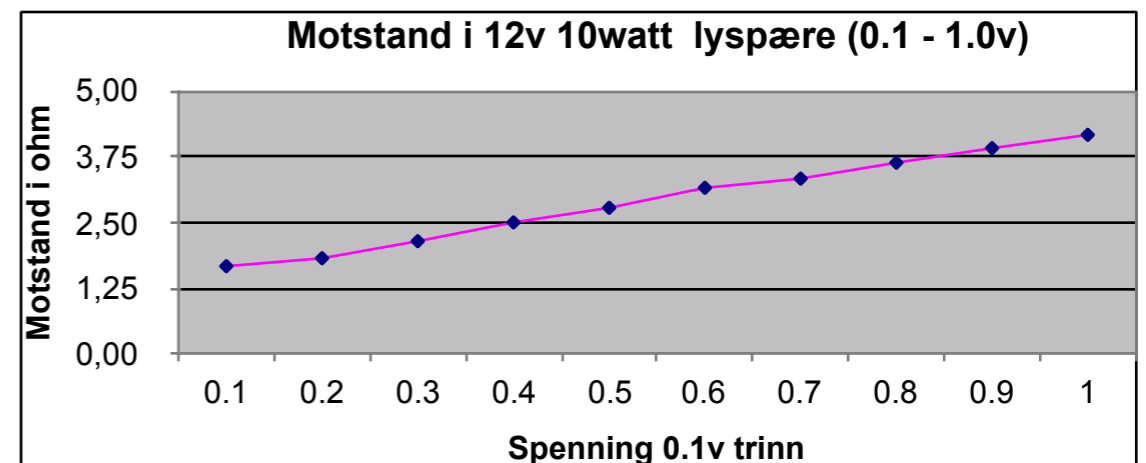
## Positiv temperaturkoeffisient

- Resistansen øker med temperaturen
- Eksempel:  
De fleste ledere - metaller



## Negativ temperaturkoeffisient

- Resistansen avtar med temperaturen
- Eksempel: De fleste halvledere og isolatorer



# Kirchhoffs lover

(Gustav Robert Kirchhoff – 1824 -1887)

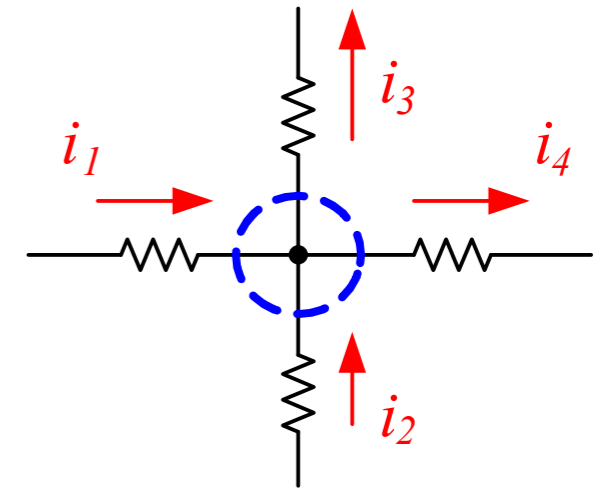
## Kirchhoff's "lov" om strømmer

Summen av strømmene rundt et knutepunkt er null

Strøm inn = strøm ut

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

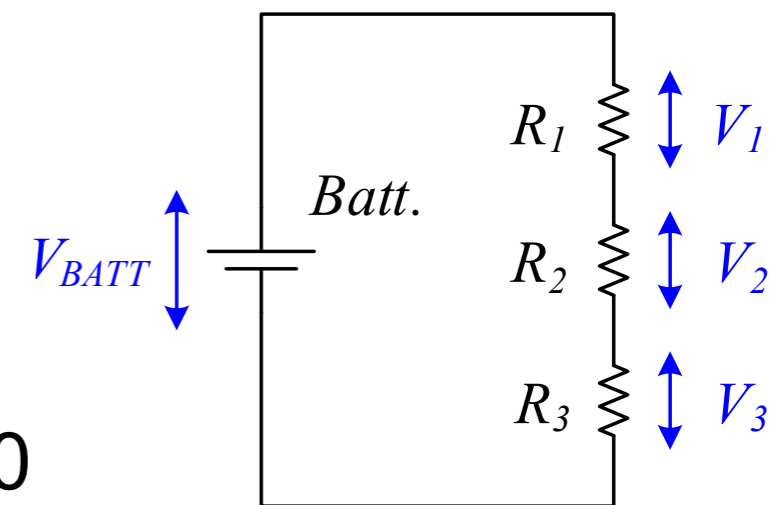


## Kirchhoff's "lov" om spenninger

Summen av av alle spenninger i en lukket sløyfe – summert i en retning er null.

$$V_{Batt} = V_1 + V_2 + V_3$$

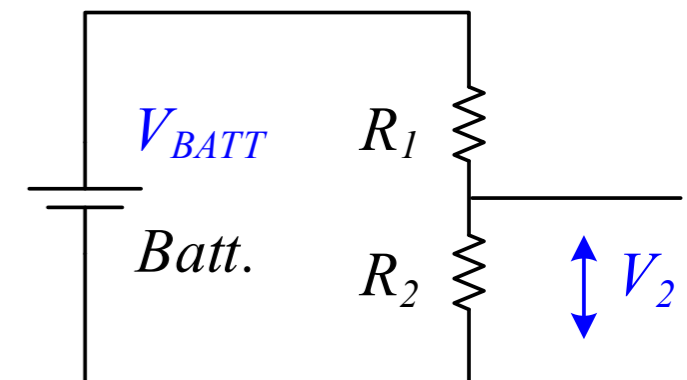
$$V_{Batt} + V_1 + V_2 + V_3 = 0$$



## Spenningsdeler

Spenningen fra en spenningsdeler bestemmes av størrelsesforholdet mellom motstandene  $R_1$  og  $R_2$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{BATT}$$



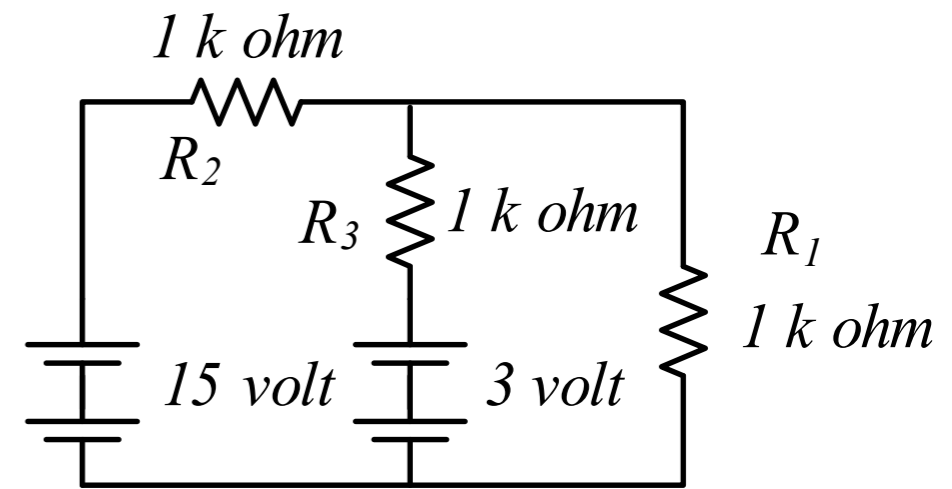
# Superposisjonsprinsippet

Benyttes når du skal beregne spenningen over en enkel komponent, inne i et komplekst nettverk. Metoden går ut på å regne ut spenningen i kretsen for en kilde om gangen, og summere opp alle bidragene til slutt.

## Metode:

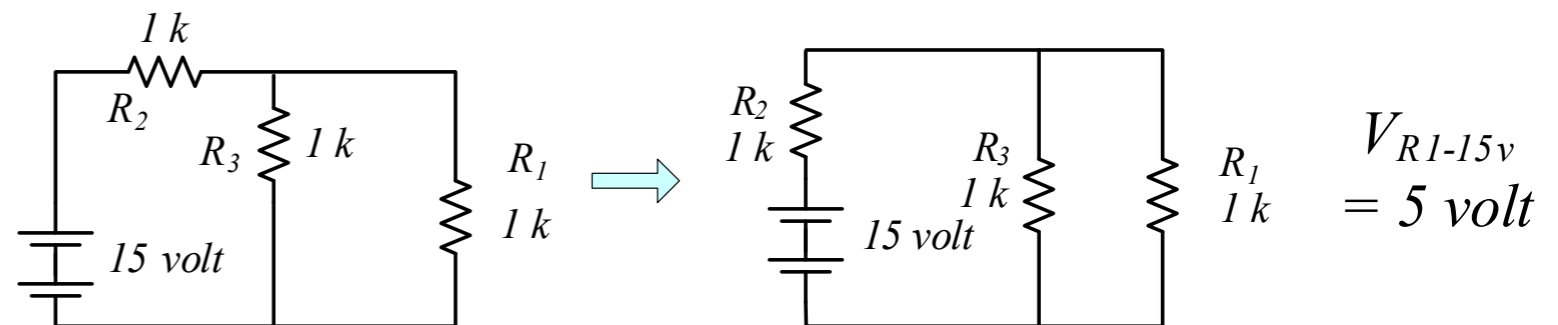
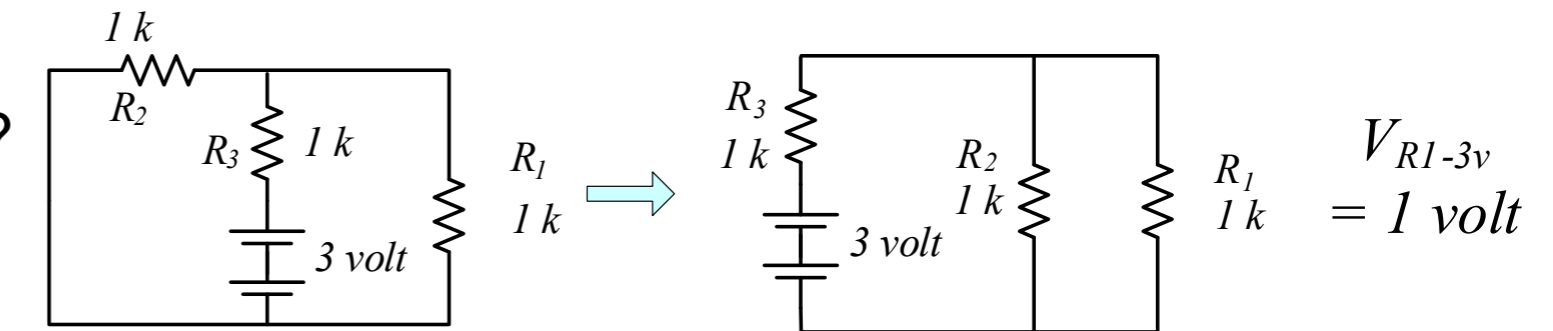
Beregne en spenningskilde eller en strømklide av gangen. Alle andre spenningskilder i kretsen kortsluttes og alle andre strømkilder brytes.

Summer opp bidragene fra hver enkelt kilde.



## Hvor stor er spenningen over $R_1$ ?

1. Kortslutt først batteriet på 15 volt -  
beregne bidraget fra 3 volt batteri.
2. Kortslutt batteriet på 3 volt -  
beregne bidraget fra 15 volt batteri
3. Summer bidragene -



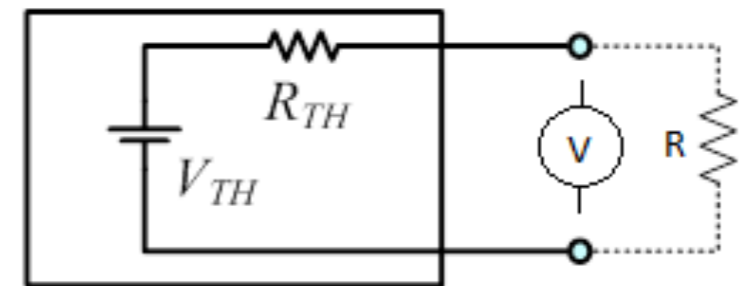
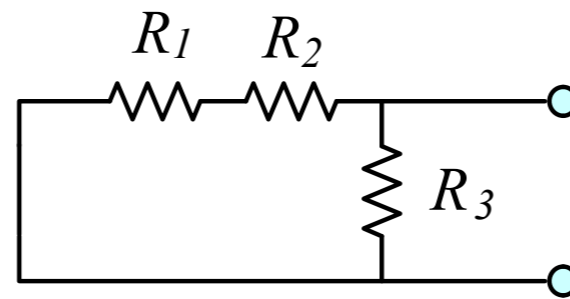
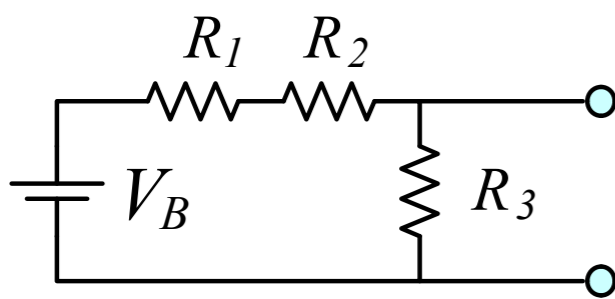
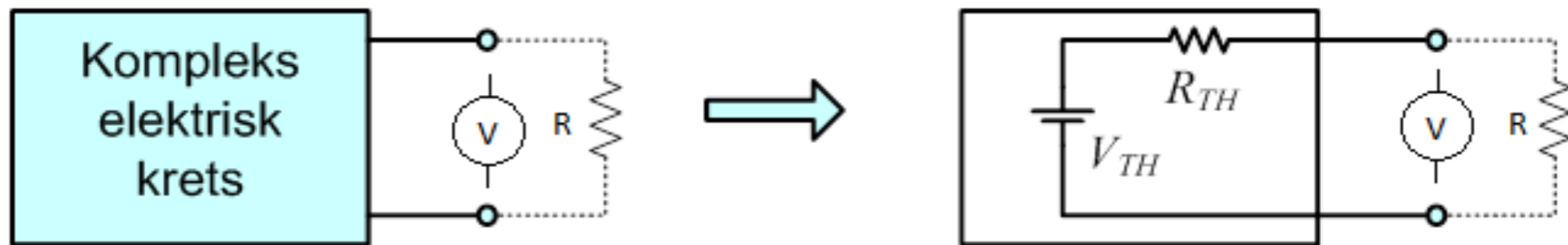
$$V_{R1} = 1 \text{ v} + 5 \text{ v} = 6 \text{ volt}$$



# Thévenin's teorem

*Helmholtz 1853 – Léon Charles Thévenin 1883*

Ethvert lineært, topolet nettverk virker utad som om det bestod av en spenningsgenerator med en elektromotorisk spenning lik tomgangsspenningen over nettverkets klemmer, - og med en indremotstand lik den vi ser inn i nettverket (fra klemmene) når alle indre spenningskilder i nettverket er kortsluttet og alle indre strømkilder er brutt.



$$V_{TH} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_B$$

$$R_{TH} = (R_1 + R_2) \parallel R_3 = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$