

Tidligere utgitt i SLserien:

- Nr. 1, aug. 2003: Jan Ove Rein: **Hold og stell av vandrende pinner***
- Nr. 2, okt. 2003: Rossing, Stefansson, Bungum: **Elektronikk for skolen***
- Nr. 3, nov. 2003: Rossing, Kind: **Kreativitet og skaperglede***
- Nr. 4, aug. 2004: Rossing, Fagerli, Dinesen: **Teknologi i skolen, "Bygg et hus"***
- Nr. 5, okt. 2004: Karoliussen: **Fornybare energikilder***
- Nr. 6, apr. 2005: Ragnar Næss: **Luft og strømminger***

FRA ELEKTRISKE KRETSE TIL INTELLIGENTE HUS

ISBN 82-7923-040-8

ISSN 1503-9242

Trondheim desember 2005

Layout og redigering: Nils Kr. Rossing

Redaktør for SL-serien: Torlaug Løkensgard Hoel
Ove Haugaløkken
Sissel Mathiesen

Program for lærerutdanning (PLU)

NTNU

Låven, Dragvoll Gård

7491 Trondheim

e-post: sissel.kjol.berg@plu.ntnu.no

Telefon: 73 59 19 90

Telefaks: 73 59 10 12

<http://www.plu.ntnu.no/>

Faglige spørsmål rettes til:

**Skolelaboratoriet for matematikk,
naturfag og teknologi (SL)**

NTNU

Realfagbygget, Høgskoleringen 5

7491 Trondheim

Telefon: 73 55 11 43

Telefaks: 73 55 11 40

<http://www.skolelab.ntnu.no>

Utgave 1.0

Rev 5.1 - Februar 2006

Fra elektriske kretser til intelligente hus

Kurshefte

Nils Kr. Rossing

Forord frå redaktørane

Læreplanen i naturfag etter Kunnskapsløftet legg vekt på både praktisk og teoretisk arbeid, og det vert i læreplanen peika på at slik arbeid kan bidra til utvikling av kreativitet, kritisk evne, openheit og aktiv deltaking i situasjonar der naturfagleg kunnskap og ekspertise inngår. Emnet teknologi og design er eit fleirfagleg emne der naturfag, matematikk og kunst og handverk samarbeider. Teknologi og design dreiar seg om å planlegge, utvikle og framstille produkt til nytte i kvardagen. Samspelet mellom naturvitskap og teknologi står sentralt i dette hovudområdet. Naturfaglege prinsipp er eit grunnlag for å forstå teknologisk verksemd. Kursheftet "Fra elektriske kretser til intelligente hus" er utvikla ved NTNU sitt Skolelaboratorium for matematikk, naturfag og teknologi ved Program for lærarutdanning, og er laga som ei hjelp i etterutdanninga av lærarar som ønskjer å utvide repertoaret sitt innanfor området. Heftet presenterer nye idear til korleis faget kan gjerast levande i klassen og inkluderer mange av emna som til saman kan bidra til at elevane utviklar forståing og interesse for teknologi i kvardagen og samfunnet.

Dragvoll, november 2005

Ove Kristian Haugaløkken Torlaug Løkensgard Hoel Sissel Wedervang Mathiesen

Forord

Dette kurshefte er beregnet brukt i forbindelse med 1 - 3 dagers kurs primært beregnet på lærere i ungdomsskolen og Vg1, som et ledd i etterutdanning av lærere i forbindelse med emnet “**Teknologi og Design**” og “**Naturfag**”. Alternativt kan deler av heftet brukes i forbindelse med elevkurs innen Elektrofag, elektronikk og automatisering.

Læremiddelet er utviklet i et samarbeid mellom **Skolelaboratoriet** ved NTNU og **SIEMENS AS** i Trondheim som har bekostet utviklingen av kurs og kursmaterieil. Dessuten har de bidratt til den faglige delen. Skolelaboratoriet har stått for utvikling av kursmateriellet, mens linje for håndverk og industri ved Malvik videregående skole har utført snekkerarbeidene og grunnkurs elevene ved elektrolinja ved samme skole har utført den elektriske installasjon i modellhusene (kofferter).

I forbindelse med **Byggeprodusentenes Forening** satsning på skolen er det utarbeidet et undervisningsopplegg knyttet til husbygging og etablering av egen bolig. Undervisningsopplegget bærer navnet **BOLIGabc**. Dette spenner fra finansiering, bygging av boligen, elektrisk installasjoner, ENØK, innredning osv. Våren 2005 videreføres prosjektet ved å inkludere intelligente hus eller **Smarthusteknologi**, som det også kalles, i undervisningsopplegget. En lærergruppe ser på tilpasning av huset og husets omgivelser (hageanlegg) til bruk for alle aldre og mennesker i ulike situasjoner (f.eks. funksjonshemmede, barnefamilier og eldre). Prosjektet omtalt i dette heftet har på en uformell måte knyttet seg opp mot videreføringen av BOLIGabc.

Universell utforming av bl.a. hus er dessuten et offisielt satsningsområde som Deltasenteret i Sosial- og helsedirektoratet har arbeidet med, se også trykksaken om Smarthusteknologi på departementets nettsider: www.shdir.no/deltasenteret.

Vi har fått lov til å inkludere elementer fra BOLIGabc's del om elektriske installasjoner i dette kurshefte, som er utviklet for Boligprodusentenes Forening av **Runar Baune** ved Hovseter ungdomsskole.

Vi har også fått tillatelse til å inkludere artikkelen “Universell utforming” skrevet av **Knut Moen**, som er engasjert av Boligprodusentenes Forening for å videreutvikle undervisningsopplegget BOLIGabc. I tillegg har han kommentert deler av heftet.

Siemens AS ved **Svein Ertzås** har levert elektrisk utstyr for installasjon i modellhuset, avdelingsleder **Trond Walter Nilsen** ved Malvik videregående skole har ledet arbeidet med å reproducere modellhus-koffertene, mens **Arne Næverdahl** Malvik vgs/Siemens har gjennomført installasjon og uttesting av det elektriske anlegget i fire av modellhusene sammen med sin elevgruppe. Dessuten rettes en spesiell takk til elever ved Malvik videregående skole som har utført arbeidet med å reproducere, installere og teste ut det elektriske anlegget i modellhusene.

Trine Elisabeth Larsen, lærer ved Rosenborg Ungdomsskole, har deltatt som konsulent for å kvalitetssikre opplegget for bruk i skolen.

Nils Kr. Rossing
November 2005

Innhold

1 Innledning	17
1.1 Sentraler tema og begreper	20
1.2 Læreplanrelevans (til læreren)	24
1.2.1 Læreplanens generelle del	24
1.2.2 Fagdel L97	25
1.2.3 Naturfag L06 (grunnskolen og Vg1)	26
1.2.4 Fysikk i videregående skole, allmennfag (forslag til nye læreplaner)	27
1.2.5 Bruk i videregående skole Elektrofag (R94)	28
1.3 Kursprogram	31
DEL IGRUNNLEGGENDE ELEKTRISITETSLÆRE	33
2 Grunnleggende begreper innen elektrisitetslæra, en fenomenologisk tilnærming	35
2.1 En atom-modell	35
2.2 Elektrisk strøm og spenning	37
2.3 Det elektriske kraftnett	41
2.4 Fra mekanisk til elektrisk energi	43
2.5 Elektrisk energi og effekt	45
2.6 Kirchhoffs lover og sluttet krets	46
3 Simulering av elektriske anlegg	49
3.1 Grunnleggende bruk av Crocodile Technology	49
3.2 Hvorfor skal vi bruke simulator?	49
3.3 Manøvrering i Crocodile Thechnology	50
3.4 Simulering i Crocodile Technology	52
3.5 Øvelser	53
3.5.1 Øvelse 1: Parallellkobling av indikatorlys lysdiode) og viftemotor	53
3.5.2 Øvelse 2: Trappelysproblemet	55
4 Grunnleggende regler for bruk av elektriske apparater i bolighus	57
4.1 Noen enkle regler for å bedre sikkerheten i elektriske anlegg	57
5 Elektriske installasjoner i “modellhus”	61
5.1 Mål	61
5.2 Noen innledende betraktninger	61
5.3 Byggeaktivitet	62
5.3.1 Monter sikringer	62

5.3.2	Monter lys med bryter i entréen	63
5.4	Koble til batteriet	65
5.5	Lys med bryter på soverom	65
5.6	Kjøkkenvifte med bryter	66
5.7	Kjøkkenvifte med bryter og lysdiode	67
5.8	Totrinns varmeovn med termostat	68
5.9	Loddekurs	69
DEL II GRUNNLEGGENDE ELEKTRONIKK, ROBOTER OG SENSORER		71
6	Noen elektroniske komponenter, en fenomenologisk tilnærming	73
6.1	Elektronikk, elektroteknikk og elektrisitetslære. Hva er forskjellen?	73
6.2	Komponenter brukt i elektronikken	74
6.2.1	Resistorer	74
6.2.2	Dioden som systemkomponent	76
6.2.3	Transistoren som systemkomponent	77
6.2.4	Dioden og transistoren, oppbygging og virkemåte	80
6.2.5	Integrerte kretser (IC)	86
7	En verden av “roboter”	87
7.1	Roboter og automater	87
7.1.1	Hva er en robot?	87
7.1.2	Sekvensstyrte roboter:	88
7.1.3	“Feedback” styrte roboter:	88
7.1.4	Tre hoveddeler	88
7.1.5	Automater	89
7.2	Data-inn (sensorer)	90
7.2.1	Følesansen	90
7.2.2	Luktesansen	91
7.2.3	Synssansen	92
7.2.4	Hørselssansen	93
7.2.5	Bevegelses-sanser (-sensorer)	93
7.3	Databehandling	94
7.4	Data-ut	97
7.4.1	Lyd	98
7.4.2	Lys	98
7.4.3	Bevegelse	99

7.4.4	Varme/kulde:	100
8	Hvordan virker de vanligste sensorene?	103
8.1	Røykdetektor (røyk, varme)	103
8.1.1	Ioniserende røykdetektorer [14]	103
8.1.2	Optiske og fotoelektriske røykdetektorer [14]	104
8.1.3	Infrarød røykdetektor	104
8.2	Lysdetektor (LDR)	105
8.3	IR-detektor (bevegelse)	107
8.4	Termostaten (temperatursensoren)	108
8.5	Solceller	109
9	Bygg en enkel detektor	113
9.1	Noen grunnleggende komponenter	113
9.1.1	Symbolisering av komponentene	114
9.2	Kretsskjema, strømforsterkeren	117
9.3	Bygging av fuktighetsdetektoren	118
9.3.1	Framstilling av monteringsplata	118
9.3.2	Montering av komponentene	120
9.3.3	Fuktighetsdetektor for bruk i det intelligente hus	125
9.4	Fuktighetsdetektorens virkemåte	126
9.5	Alternative bruksområder	129
9.5.1	Fuktighetsindikator	129
9.5.2	Tørkedetektor	130
9.6	Lysdetektor	131
9.7	Mørkedetektor	132
9.8	“Elevprobe” - Hvem holder hverandre i hånda?	132
9.9	Ombygging av fuktighetsindikator på koblingsbrett	134
9.9.1	Oppkobling av tørkedetektor	135
9.9.2	Lysdetektor	135
9.9.3	Mørkedetektor	136
DEL III	DET INTELLIGENTEHUS	137
10	Det intelligente hus	139
10.1	Universell utforming	140
10.2	Elementene som inngår i inngår i intelligente hus	142
10.2.1	Feltbuss (Instabus)	142
10.2.2	Fjernstyring	143

10.2.3 Sikkerhet	143
10.2.4 ENØK	144
10.2.5 Audiovisuelt utstyr	144
10.2.6 Overvåking og styring	145
10.2.7 Oppkobling mot andre bussystemer	145
10.2.8 Annet	145
11 Grunnleggende logiske funksjoner	147
11.1 Enkel elektrisk krets	147
11.2 Styring av elektrisk krets	148
11.3 Grunnleggende logiske funksjoner	150
11.4 Noen spesialfunksjoner	154
11.4.1 Forsinket-på (On-delay)	154
11.4.2 Forsinket-av (Off-delay)	155
11.4.3 Pulset på (Wiping relay)	156
11.5 Oversikt over noen flere spesialfunksjoner	156
11.6 Analoge funksjoner, bruk av AM2 og PT100	159
12 Programmering av LOGO! ved hjelp av LOGO!Soft Comfort 4.0	163
12.1 Tegnebordet	163
12.2 Verktøylinjen	164
12.2.1 Fil-menyen	164
12.2.2 "Edit"-menyen	165
12.2.3 Format-menyen	165
12.2.4 "View"-menyen	166
12.2.5 "Tools"-menyen	166
12.2.6 "Windows"-menyen	167
12.3 "Help"-menyen	167
12.4 Porter og basisfunksjoner	167
12.5 Programmering	168
12.6 Simulering av kretsen	170
12.7 Overføring av programmet til LOGO!	171
12.8 Programmering med AM2 PT100	173
13 Det intelligente modellhuset	177
13.1 Husets oppbygning og bruk	177
13.2 Installasjoner	178
13.2.1 Styringsenhetene LOGO	179

13.2.2	Sensorer	179
13.2.3	Aktuatorer	182
13.2.4	Kraftforskyningsenhet (power supply)	184
14	Øvingsopplegg - programmering av det intelligente modellhuset	187
14.1	Enkle oppgaver for å teste ut noen av funksjonene i huset	187
14.2	Oppgaver som bringer oss litt videre	188
14.3	Sammensatte, åpne oppgaver	189
15	Referanser	191
Vedlegg A	Omtale av simuleringsprogrammer	193
A.1	Crocodile Technolog, demoversjon via internett	193
A.2	Gratis elektro simuleringsprogram fra Edmark	194
A.3	Gratis demoversjon av Comfort V5.0 for programmering av LOGO!	194
Vedlegg B	Løsninger på simuleringsoppgaver	195
B.1	Øvelse 1 A. Enkel kjøkkenvifte med lysdiode	195
B.2	Øvelse 1 B, Enkel kjøkkenvifte med lysdiode	195
B.3	Øvelse 2 A Trappelys 1	196
Vedlegg C	Byggebeskrivelse av koffert modellhuset	197
Vedlegg D	Koblingsanvisning for modellhus	203
D.1	Koblingsskjema	203
D.2	Kodeskjema for ledningsføring	204
Vedlegg E	Øvingsoppgaver, intelligente hus	205
E.1	Løsningsforslag til: Enkle oppgaver for å teste ut funksjoner	205
E.1.1	Løsningsforslag til oppgave 1: Tenn taklys (Br I)	205
E.1.2	Løsningsforslag til oppgave 2: Ring på I	205
E.1.3	Løsningsforslag til oppgave 3: Start kjøkkenvifte	206
E.1.4	Løsningsforslag til oppgave 4 og 4A: Innbruddsalarm	206
E.2	Løsningsforslag til: Oppgaver som bringer oss litt videre	207
E.2.1	Løsningsforslag til oppgave 5: Tenn taklys (Br I)	207
E.2.2	Løsningsforslag til oppgave 6: Ring på II	208
E.2.3	Løsningsforslag til oppgave 7: Slå på kjøkkenvifta (Br II)	208
E.2.4	Løsningsforslag til oppgave 8: Alarm ved vannlekkasje	209
E.2.5	Løsningsforslag til oppgave 9: Alarm ved innbrudd	210
E.2.6	Løsningsforslag til oppgave 10: Alarm ved røykutvikling	212
E.2.7	Løsningsforslag til oppgave 11: IR-detektoren	212

E.2.8	Løsningsforslag til oppgave 12: Lysdetektoren	214
E.2.9	Løsningsforslag til oppgave 13: Ovn	214
Vedlegg F Oversikt over mulige sensor- og aktuatorenheter		216
Vedlegg G Kopieringsmal for kretsutlegg		219
Vedlegg H Bygg en fuktighetsindikator (elevark)		221
Vedlegg I Fargekoding av motstander		223
Vedlegg J Innkjøp av komponenter		225
J.1	ELFA - kjøp av elektroniske komponenter generelt	225
J.2	Komponentliste for innkjøp til strømforsterkeren/fuktighetsindikatoren	225
J.3	Innkjøp av koblingsbrett og måleinstrumenter m.m.	226

1 Innledning

Hovedtanken med dette prosjektet er å bygge bro mellom elevenes kunnskaper om elektrisitet og en virkelig og moderne anvendelse av elektrisitet og elektronikk i samfunnet, nemlig det intelligente hus. Valget av det intelligente hus er ikke tilfeldig:

- Hus er noe alle, elever og lærere, har et nært forhold til.
- Intelligente hus er fremtidsrettet og berører oss alle, og vil i stadig større grad bli en del av vår hverdag.
- Husets elektriske anlegg kombinerer tradisjonell bruk av elektrisitet, avansert elektronikk og mikroprosessorteknologi for styring og overvåking.

Opplegget er primært beregnet på elever i ungdomsskolen som har emnet “Teknologi og design”. I løpet av prosjektet vil de ha bygget opp et elektrisk modellanlegg for hus etter modell av Boligprodusentenes Forening sitt opplegg “BOLIGabc”, laget og testet ut en fuktighetsdetektor og programmert en modell av et intelligent hus. Men deler av opplegget kan også brukes i yreksoplæringen ved elektrofaglig linje.

Autentisitet

Det sentrale begrepet er **autentisitet**, dvs. at elevene hele tiden er i stand til å se en overordnet nytteverdi med det de lærer, også utenfor skolens fire vegger. De lærer å koble opp elektriske kretser ved hjelp av loddebolt og ledninger. De lærer om *sikringer*, *lyspærer*, *brytere* og *elektriske kurser* som er navn på elementer de finner igjen i et virkelig hus. Ikke minst legges det vekt på at de ser hvordan rommene i modellhuset fylles med de samme funksjonene som de kjenner fra det virkelige liv. Dessuten gis begreper som *strøm*, *spenning*, *motstand*, *effekt* og *energi* mening.

Opplegget er tredelt:

1. Bygging av tradisjonelt elektrisk anlegg på en treplate
2. Elektronikk og bygging av en enkel sensor
3. Programmering av intelligent modellhus

I første trinn brukes lavspenningskomponenter for å bygge opp en modell av et elektrisk anlegg på en treplate. Dette gir god oversikt over koblingene, men bærer preg av en betydelig avstand til anlegget i et vanlig hus.

I andre trinn reduseres denne avstanden betydelig ved at de bygger en elektronisk sensor med autentiske komponenter som motstander og transistorer. Kretsen utfører en funksjon de kan forstå og se nytten av; den varsler fuktighet. En kan også la elevene bygge opp kretsen på en etset kretskort for å vise hvordan slike kretser lages i det virkelige liv. Dette har imidlertid vist seg å være en unødig barriere for lærere som skal ta i bruk opplegget i eget klasserom. Vi har derfor foreslått å bygge elektronikken på en papplate med pålimte kobberbaner (kobbertape). Dette forenkler i betydelig grad gjennomføringen i klasserommet.

I det tredje trinnet møter møter elevene autentiske komponenter som *IR-detektor*, *røykvarsler*, *programmerbare styringsenheter* o.l.. Selv om komponentene fortsatt er montert i et modellhus, så er det ikke vanskelig å kjenne dem igjen fra et virkelig hus.

Funksjonalitet

Et læremiddel av den typen som skisseres her, kan lett bli for fokusert mot det enkelte komponentene, noe mange gutter lar seg fascinere av. På den annen side så er et hus primært noe en skal bo og føle seg trygg i. Læremiddelet åpner derfor i stor grad for å utforske dette aspektet, ved at elevene studerer sitt eget hjem med et kritisk blikk for å se hvilke tekniske hjelpemidler de bruker i løpet av dagen. Dessuten undersøker hvordan de fungerer som hjelpemidler og hvordan de ev. kan fungere bedre. Dette er ofte et aspekt jenter setter pris på.

Det er vårt håp at når de arbeider med det intelligente huset, skal elevene få anledning til å utforske ulike funksjoner og vurdere hvordan de tror at de vil fungere i praksis. Det er viktig at de utfordres til refleksjon rundt bruken av slike hjelpemidler i eget hjem. Om vi lykkes på dette området avhenger i stor grad på om vi er istand til å lage gode åpne oppgaver som kan utfordre elevene på ulike nivåer. Dessuten at husmodellen er tilstrekkelig fleksibel slik at elevene blir istand til å teste ut sine ideer.

Det er viktig at læremiddelet favner vidt slik at det appellerer til begge kjønn og elever med forskjellig interessefelt.

Denne delen av læremiddelet åpner dessuten for et samarbeid med samfunnsfaget, hvor elevene undersøker hvordan den teknologiske utvikling har påvirket vårt dagligliv og hele vårt samfunn.

“Se jeg kan”

Å lykkes er en av de sterkeste motivasjonsfaktorene vi har. Dette gjelder selvfølgelig også i denne sammenheng. Siden vi begynner med det håndverksmessige har vi valgt å favorisere de elevene som er praktiske og fingernemme. Dessuten bør det legges vekt på at det elektriske anlegget i første trinn skal se ryddig og pent ut. Dette favoriserer gjerne jenter. Det er imidlertid ikke vanskelig å argumentere for et håndverksmessig pent arbeid, da de færreste vil være glad for et elektrikerarbeid som skjemmer ut hjemmet.

Dette krever imidlertid at en tar seg tid til å lære elevene godt håndverk. Noe av det viktigste i denne sammenheng er at de lærer skikkelig lodding. Dette tar normalt ikke lang tid, men krever at de gjør det riktig fra starten. De vil dessuten erfare at korrekt lodding ofte vil spare dem for mye feilsøking. Dette gjelder spesielt når de arbeider med elektronikkdelen.

En kunne ha funnet en mer spennende elektronisk krets enn en fuktighetsdetektor. Et viktig poeng med å velge akkurat denne kretsen, er at den kan inkluderes i det intelligente modellhuset på lik linje med de øvrige profesjonelle, “virkelige” komponentene. På denne måten håper vi at de skal forstå at noe *de* har laget kan inkluderes og inneha en viktig funksjon i et “virkelig” anlegg. Dette skaper en opplevelse av autenticitet.

Vi velger dessuten å kalle den enkle fuktighetsdetektoren for en *sensor*, hva den også er, brukt på denne måten. Dermed blir *det* de selv har bygget opp et viktig element som føyer seg inn i en lang rekke sensorer av ulike typer.

Leken

Selv om *det* å ha det *gøy* ikke er noen garanti for god læring, så er dette sjelden noen ulempe. Vi har bragt inn noen slik elementer i opplegget:

- Elevene skal ved hjelp av måling bestemme koblingskjemaet for en “svart boks”. Dette vil hjelpe dem til å forstå begrepet sluttet krets.
- Etter at fuktighetsdetektoren er bygget kan denne brukes til å detektere små strømmer, for eksempel strømmen som kan gå gjennom en kjede av elever. På denne måten kan en serie- og prallelkoble elever som holder hverandre i hendene. Dette er en annerledes måte å lære serie- og parallellkobling på.
- I denne sammenhengen kan en også diskutere hva som *leder* strøm, hva som *ikke leder* strøm, og hva som bare leder *litt* strøm. På den måten kan også begrepet *motstand* introduseres. Fuktighetsdetektoren egner seg bare måtelig til dette formålet siden den ikke kan skille mellom gode og dårlige ledere, men bare mellom ledere og isolatorer.
- En kan også la elevene lage “*levende svarte bokser*” ved at de kobler seg sammen med å holde hverandre i hendene. Dernest brukes to elever og en *elevprobe* (fuktighetsdetektor) til å avsløre hvem som holder hverandre i hendene (se nærmere beskrivelse i avsnitt 9.8 på side 132).

Slik kan en ved hjelp av enkle midler variere undervisningen.

Tverrfaglighet

Vi har alt nevnt hvordan det er naturlig å bringe inn samfunnsfaget i forbindelse med vår daglige bruk og avhengighet av teknologiske hjelpemidler i hjemmet. Prosjektet åpner imidlertid for en rekke andre spennende tverrfaglige aspekter.

Vi har innført begrepet sensor. Sensorer kan blant annet betraktes som *roboteres sanseapparat*. Selv om dette kan høres eksotisk ut så er det i virkeligheten svært dagligdags. I sin enkleste form vil temperaturføleren i en varmeovn være en sensor som er viktig for å regulere temperaturen i rommet. Knappen ved fotgjengerovergangen, eller føleren i gata som registrerer ventende biler, er sensorer som styrer trafikklyset, som kan betraktes som en robot. Røykvarsleren som er koblet til alarmanlegget er en sensor som registrerer røyk og varsler brannvesen eller vakselskap. Slik kan vi fortsette å finne utallige eksempler på sensorer og robotsystemer som vi omgir oss med. Vi har derfor valgt å inkludere et kapittel som gir en enkel innføring i roboter (se avsnitt 7).

Selv om en god robot er en robot vi egentlig ikke legger merke til, men bare bruker på en naturlig måte, er det viktig at elevene blir istand til å se og forstå sine daglige omgivelser. En slik oppmerksomhet vil åpne elevenes øyne for hvilken betydning teknologi og naturvitenskap har for vår velstand.

Sensorer er også en konkret mulighet til å vise hvordan teknologien er nært knyttet til og avhengig av naturvitenskapen. En røykvarsler inneholder enten en radioaktiv kilde som ioniserer luften, eller benytter optiske metoder for å detektere røykpartikler. Termoelementet benytter seg av at motstanden i et stoff endres som funksjon av temperaturen, eller endringer i spenningsrekke knyttet

til ulike metaller. Slik kan en gjennom å studere sensorer finne utallige forbindelser både til kjemi og fysikk. Vi har derfor valgt å ta med et kapittel som forklarer prinsippene bak noen alminnelige sensorer.

Prosjektet har også håndverksmessig side da elevene lærer å lodde og koble opp kretser. Dersom en velger å etse printkort for montering av fuktighetsdetektoren så kan en se hvordan også kjemien i dette tilfellet brukes i produksjon av teknologi.

Under arbeidet med å bygge opp en serie på fem intelligente modellhus, lot vi snekkerlinja ved Malvik videregående skole bygge opp modellhusene, mens elevene på elektrofag ved samme skole installerte det elektriske anlegget i modellene. Dette viser at utstyret kan bygges på egen skole ved at framstillingen av læremiddelet kan inngå undervisningen. Utstyret kan senere gjenbrukes i undervisningen på ulike måter. Vi har derfor valgt å legge ved koblingsskjema og målsatte “tegninger” av modellhuset som kan slås sammen til en koffert.

Læremiddelet kan både brukes i ungdomsskolen og i deler av undervisningen på elektrofag i videregående skole.

1.1 Sentraler tema og begreper

Vi ønsker å gi elevene grunnleggende forståelse av begrepene innen tre hovedtema:

- **Grunnleggende elektrisitetslære**
- **Grunnleggende elektronikk, sensor- og robotteknologi**
- **Grunnleggende digitalteknikk og programmering av intelligente huset.**

Vi foreslår å ta ut akkurat tilstrekkelig stoffmengde innen hvert tema slik at elevene kan se sammenhengen fra begynnelse til slutt uten å bli overveldet av stoffet. Vi har valgt å plukke ut fem undertema under hvert hovedtema.

Opplegget kan gå over flere år, gjerne gjennom alle tre årene på ungdomsskolen. Det er også viktig at teori og praksis går hånd i hånd med det håndverksmessige og at elevene er istand til å se progresjonen og sammenhengen i det stoffet de gjennomgår. De nye lærereplanene i fysikkfaget og ikke minst innen elektrofag kan ha nytte av opplegget (se avsnitt 1.2).

Elektrisitetslære:

I denne delen er oppkobling av *strømnettet i et modellhus* det gjennomgående tema. Dette er et opplegg utviklet for **BOLIGabc** på oppdrag fra Boligprodusentenes Forening av **Runar Baune** ved Hovseter skole.

- **Håndverket**
Bygge opp en enkel krets med lyspære, bryter, sikring og batteri. Kretsen henspeler på det elektriske anlegget i et hus, men er et lavspent modellanlegg. Det legges vekt på det håndverksmessige: Lodding, kobling, montering og oversiktighet. Ved å starte med det håndverksmessig praktiske får elevene tidlig en knagg å henge teorien på.

- **Komponenter**
Vite hvordan vanlige elektriske komponenter som lyspærer, lysstoffrør, batterier, sikringer, varmeovner, termostater, komfyrer og brytere virker. Plukke fra hverandre og studere virkemåten.
- **Kretser**
Utforske sluttet krets, serie- og parallellkobling. Kunne bruke en enkel simulator for elektriske kretser. Brytere i serie med lyspære og parallelle kurser.
- **Begreper**
Vite hva ledere, isolatorer, strøm og spenning (likestrøm og vekselspenning), effekt og energi, og resistans er. Ved hjelp av gode analogier gi forståelse for og sammenheng i sentrale begreper.
- **Systemet**
Kjenne i grove trekk hvordan et elektrisk anlegg i et hus er bygget opp og hvordan de enkelte delene spiller sammen for å danne en hensiktsmessig helhet.

Elektronikk og sensorer

I denne delen ønsker vi å klarlegge forskjellen mellom elektro og elektronikk. Den gjennomgående aktiviteten er knyttet til en **enkel strømførsterker** som elevene skal bygge og utforske. Denne brukes også som lys- eller fuktighetsdetektor.

- **Håndverket**
Lære om kretskort, legge på mønster, etse, bore hull, montere komponenter, bruke enkelt håndverktøy og kunne lodde. Vi velger også her å begynne med det håndverksmessige, av samme årsak som sist, for å ha noe konkret å knytte den senere teorien til.
- **Komponenter**
Lære om de enkleste elektroniske komponentene: Motstander, ledere og isolatorer, dioden og lysdioden, transistoren, lyd giveren, og lære å kjenne igjen noen kretssymboler. Kjenne forskjell på elektroteknikk og elektronikk.
- **Kretser**
Lære å lese et enkelt kretsskjema. Lære litt om hvordan strømmene går. Forstå hvordan en enkel forsterker virker.
- **Sensorer**
Lage en enkel sensor. Bygge og utforske fuktighetsdetektoren og lysdetektoren. Bruke fuktighetsdetektoren til å utforske serie- og parallell-kobling av elever og lærere.
- **Systemer - Roboter**
Undersøke og forstå sensorer og roboter som vi omgir oss med. Sette dem i system ved bruk av Robolab og LEGO MINDSTORMS samt tilhørende programvare.

Intelligente hus

Den gjennomgående laboratorieoppgaven i denne delen er et modellhus, styrt av styringsenheten LOGO! fra SIEMENS AS. Dette læremiddelet kan enten bygges opp fra grunnen av den enkelte skole eller bare programmere ferdige modellhus utlånt fra Skolelaboratoriet.

- **Behov**

Det er viktig at elevene får anledning til å oppdage sammenhengen mellom det de bruker til daglig og det de lærer på skolen. Derfor begynner de med å identifisere behov i eget hus. Hva bruker vi av teknologiske hjelpemidler i løpet av en dag? Hva fungerer godt, hva kunne fungert bedre? De utfordres til å undersøke samspeillet mellom de enkelte hjelpemidlene i huset.

- **Begreper og logiske komponenter**

Fra brytere til logiske kretser. Forstå hvordan enkel digitalteknikk virker og vite hvordan den kan erstatte tradisjonelle løsninger. Forstå hvordan moderne digitalteknikk kan tilby nye hjelpemidler og funksjoner i et hjem.

- **Programmeringsverktøy ("håndverket")**

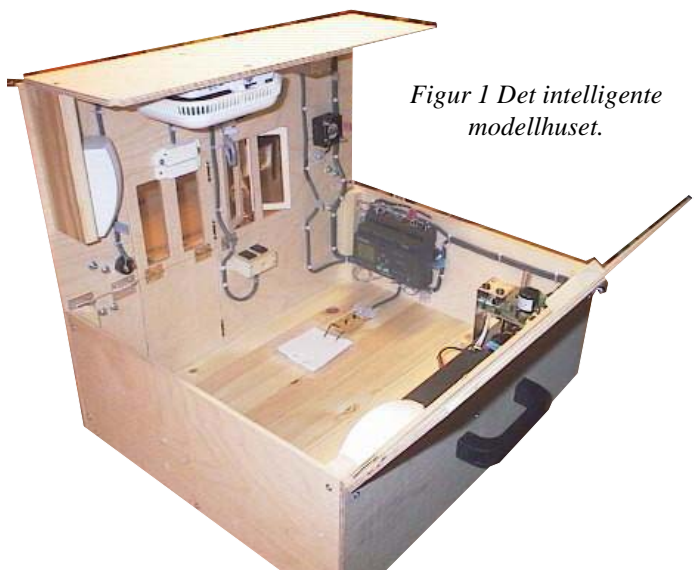
Kunne bruke et enkelt programmeringsverktøy for programmering av funksjoner i et hus. Simulere funksjonene og overføre programmet til styringsenheten.

- **Systemet**

Bruk av modellhus med virkelige komponenter for å konkretisere og skape autentisitet, samt teste ut egne tekniske løsninger. De ikke bare leker seg, men lærer for å mestere det virkelige liv.

- **Funksjonalitet**

Kunne sette de ulike komponentene inn i en sammenheng og se hvordan de kan spille sammen til en helhet. Undersøke hvilke funksjoner som gir økt nytteverdi i et hjem og i en samfunnsmessig sammenheng.



Figur 1 Det intelligente modellhuset.

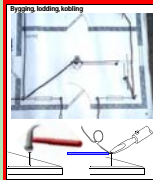
Gjennom en gradvis oppbygging fra den grunnleggende elektrisitetstlæra til programmering av det intelligente hus, håper vi at elevene skal forstå at det er mulig å bruke det de lærer i skolen til noe nyttig. For at dette skal fungere må elevene få lov til å arbeide med konkrete kretser på hvert nivå.

Plansjen på neste side gir en oversikt over opplegget slik det er tenkt.

FRA EL-LÆRE TIL INTELLIGENTE HUS

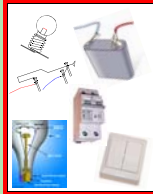
ELEKTRISITETSLÆRE

HÅNDVERKET



Bygge opp et enkelt krets med systemer, brytere, slirer og batteri. Kretsen kryttes til det elektriske anlegget i et hus. Det legges vekt på det håndverksmessige: Lødding, kobling, montering og oversiktighet.

KOMPONENTER



Via hvordan vanlige elektriske komponenter som lyspærer, jyspefliser, lampetter, pøkkinger, varmeovner, termistorer, kontaktorer og brytere virker. Plukke fra hvordan det og hvordan virkemåten.

KRETSER



Opprette enkelt krets, seriell og parallell kobling. Kunne bruke en enkel simulator for elektriske kretser. Brytere i serie med systemer, parallelle kretser.

BEGREPER



Via hva ledning, ledningsnett, spenningsfall, effekt og energi, og resistans er. Ved hjelp av gode analogier og forståelse for og sammenheng i enkelte begreper.

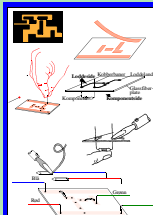
SYSTEMET



Kjennet i grove trekk hvordan et elektrisk anlegg vil huse en trygget og hvordan de enkelte delene spiller sammen for å danne en helhetlig og sikkerhet.

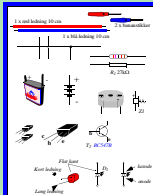
ELEKTRONIKK OG SENSORER

HÅNDVERKET



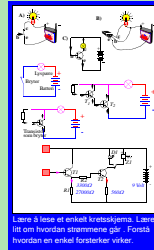
Lære om kretsverk, legge på komponenter, et se, boare hull, montere komponenter, bruke enkelt håndverktøy og kunne lodde.

KOMPONENTER



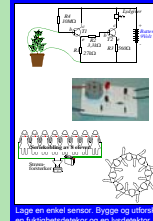
Lære om de enkelte elektroniske komponenter. Modstørrelse, ledere og isolatorer, dioden og lysdioden, transistorer, lydopptaker, og lære å kjenne igjen noen krets-symboler.

KRETSER



Lære å lage et enkelt krettskjema. Lære litt om hvordan strømmen går. Forstå hvordan en enkel forsterker virker.

SENSORER



Lage en enkel sensor. Bygge og utforske en følelsesdetektor og en lysdetektor. Bruke følelsesdetektoren til å utforske seriell- og parallellkobling av elever og lærere.

SYSTEMER - ROBOTER



Undersøke og forstå sensoren og roboter som vi ønsker oss med. Setter dem i system ved bruk av Robotix og LEGO MINDSTORMS samt tilhørende programmer.

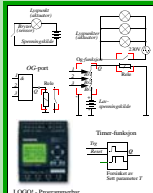
ELEKTRISITETSLOSER

BEHOV



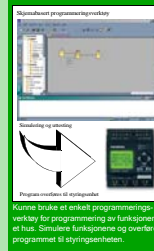
Identifisere behov i eget hus. Hva bruker vi av elektriske hjelpemidler i løpet av en dag? Hva fungerer godt, hva kunne fungerer bedre? Undersøke samspillet mellom de enkelte hjelpemidlene i huset.

KOMPONENTER



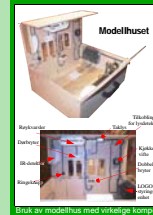
Fra brytere til logiske kretser. Forstå enkel digitalteknikk og via hvordan den kan løse tilsvarende løsninger. Se hvordan moderne digitalteknikk bringer nye funksjoner og muligheter inn i dagliglivet.

VERKTØY



Kunne bruke et enkelt programmeringsverktøy for programmering av funksjoner i et hus. Simulere funksjonene og overføre programmet til styringsenheten.

SYSTEMET



Bygge en modellhus med flere sensorer og aktuatorer for å kontrollere og skape smarte miljøer. Vi ikke bare lære oss, men lærer for å mestre det virkelige liv.

FUNKSJONALITET



Kunne sette de ulike komponentene inn i en sammenheng og se hvordan de kan spille sammen til en helhet. Undersøke hvilke funksjoner som gir et trykkestrekk i et hjem og i en samfunnsmessig sammenheng.

VERKTØY OG UTSTYR



ELEKTRONIKK BYGGEKOFFERT I OG II



ELEKTRONIKK MÅLEKOFFERT



MODELL AV INTELLIGENTE HUS

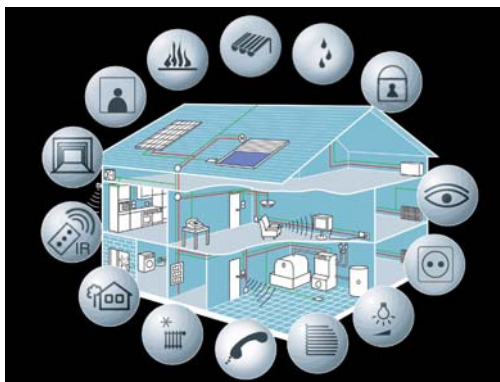


1.2 Læreplanrelevans (til læreren)

I dette kapitlet skal knyttet prosjektet opp mot læreplanene. Vi har valgt å se på hvordan emnet kan harmoniseres med lærerplanenes generelle del, samt fagdelene i L97 og L06. I tillegg ser vi hvordan temaene i prosjektet kan knyttes til læreplanene i videregående skole linje for elektrofag..

Generelt berører temaet elevenes evne til å:

- mestre og å anvende teknologisk utstyr
- forstå teknologiske hjelpemidler knyttet til deres dagligliv
- viderutvikle og skape nye teknologiske hjelpemidler
- løse teknologiske utfordringer og ha forståelse for de krav som stilles til ny teknologi
- ha en kritisk holdning til teknologi



Dessuten har en som mål at avstanden mellom læringsmiljøet i skolen og i arbeidslivet gjøres minst mulig. Det er viktig at elevene *opplever* at det de lærer i skolen også er relevant utenfor skolen. Dette kan en bl.a. oppnå ved å skape nære relasjoner mellom næringsliv og skole og å bruke moderne komponenter og metoder som anvendes av næringslivet.

Faglig berører emnet elektrisitetslære i Natur og miljøfaget fra slutten på mellomtrinnet og ut ungdomsskolen. Emnet blir spesielt aktuelt når det knyttes til emnet Teknologi & Design (T&D). Den delen som omhandler programmering av Det intelligente hus vil også passe bra på elektro og automatisering i videregående skole.

1.2.1 Læreplanens generelle del

Fra innledningen til den **Generelle delen av læreplanen** leser vi:

Opplæringen skal gi rom for elevenes skapende trang, og samtidig vekke deres glede ved andres ytelse.

Under punktet **Det skapende menneske** leser vi:

Å gi stilkarakterer i sport krever et trenet blikk; å bedømme kvaliteten på et arbeid krever faginnsikt. Forstandig vurdering - evne til å forstå kvalitet, karakter eller brukelighet - forutsetter modning ved gjentatt øvelse i bruk og problematisering av velprøvde standarder.

Vi leser videre:

Oppfinnsom tenking innebærer å kombinere det en vet, til å løse nye og kanskje uventede praktiske oppgaver. Kritisk tenking innebærer å prøve om forutsetningene for og de enkelte ledd i en tankerekke holder. Undervisningens mål er å trene elevene både til å kombinere og analysere - å utvikle både fantasi og skepsis slik at erfaring kan omsettes til innsikt.

Under punktet **Det arbeidende menneske** finner vi:

Teknologi er framgangsmåter menneskene har utviklet for å nå sine mål, arbeide lettere og samarbeide bedre. Teknologi gir hjelpemidler for å lage og gjøre ting - dyrke jord, veve klær, bygge hus, lege sykdom eller reise til lands, til vanns eller i luften.

Teknologi og den forskning og utvikling som ligger bak den, er både siviliserende og inspirerende. Den er siviliserende fordi den gjør det mulig å leve med mindre slit og sykdom, og fordi den frigjør tid fra livsopphold og matstrev til overskudd og kultur. Den er inspirerende fordi den er et skapende uttrykk for samspillet mellom ånd og hånd for å møte behov og lengsler. Teknologi er ofte et uttrykk for medfølelse, som ønsket om å hjelpe til å mette eller helbrede, til å forlenge eller lette livet, til å ta hånd om barn eller heve levekårene.

Under punktet **Det allmenndannede menneske** leser vi:

Et forskningsbasert samfunn risikerer å bli stadig mer teknologidrevet. Strømmen av teknologiske funn og fakta krever bred viten om en skal unngå "vitenskapelig analfabetisme": manglende evne til å skjønne hva ord som "genspleising", "ozonlag" eller "immunforsvar" betyr eller hvilke sosiale konsekvenser de innebærer.

Under punktet **Det samarbeidende menneske** leser vi:

Innsnevringen av de unges kontakt med samfunnet utenfor skolen, og reduksjonen av deres omgang med de voksne, forsterkes av en ofte innadvendt og selvbeskuende ungdomskultur. Denne ungdomskulturen utheves ved at skolene atskilles fra resten av samfunnet og ved at elevene deles i skoleklasser etter alderstrinn.

Erfaring fra praksis og fra fagopplæring i arbeidslivet er forbilledlig og bør benyttes også i det øvrige skoleverket.

Under punktet **Det miljøbevisste menneske** leser vi:

Et hovedtrekk med moderne samfunn er at de mer og mer baseres på teknologi - på framgangsmåter og hjelpemidler for å omdanne naturens råstoffer for menneskenes formål. Det har gitt oss medisiner og vaksiner, bøker og fjernsyn, tekstiler og turbiner, kvartsur og vaskemaskiner.

I alt vi omgir oss med, blir innslaget av kunnskap større - fra joggesko til røykvarslere. Utvikling av ny teknologi er et felt for utfoldelse av fantasi og skaperkraft som kan berike både den enkeltes liv og samfunnets kultur. Teknologisk kunnskap er en del av allmenndannelsen - nysgjerrighet til å forstå dem som har levd og skapt før oss, og kraft til å trenge inn i egen natur og naturen omkring.

1.2.2 Fagdel L97

Opplaget passer best inn i Natur og miljøfaget (L97) for 9. trinnet. Dessuten burde det kunne relateres til samfunnsfaget ved å se på hvordan automatisering har forandret samfunnet vårt siste halvdel av forrige århundre.

Etter 7. trinnet

Det fysiske verdsbiletet

I opplæringa skal elevane:

- ...
- *få røynsle med bygging av enkle elektroniske krinsar, og gjennom forsøk skilje mellom elektrisk leiingar, isolatorar og elektromagnetar og knyte dette til bruken av dei ulike materiala*
- *beskrive sin eigen kvardag utan tilgang på elektrisitet og gjere seg kjende med den praktiske rolla elektrisiteten spelar i det moderne samfunnet*
- *eksperimentere med hobby-elektronikk og få kunnskap om teknologi for styring og kontroll*
- ...

Etter 9. trinnet

Det fysiske verdsbiletet

I opplæringa skal elevane:

- *bli kjende med sentrale oppdagingar og oppfinningar knyttet til elektrisitet, mellom anna statisk elektrisitet og oppdaginga av fenomenet elektrisitet*
- *arbeide med ein enkel modell for elektron i ein stramkrins og bli kjende med omgrepa på straum, spenning, motstand og enerioverføring*
- *planleggje og gjere forsøk med komponentar i ein enkel krins, arbeide med symbol for desse komponentane i koblingsskjema, og gjennom forsøk få innsikt i samanhengen mellom straumstyrke og spenning og bruke målingar for spenning, straumstyrke, motstand og elektrisk felt.*
- *bli kjende med sikringsforskrifter ved bruk av elektrisk utstyr i heimen og få røynsle med elektriske koplingar*
- *gjere forsøk med bruk av elektrisk generator og transformator*
- *gjere seg kjend med systemet for tilførsel av elektrisk energi i lokalmiljøet og drøfte ulike måtar for energiøkonomisering i ei hushaldning.*

Deler av opplegget som skisseres i dette hefte vil også kunne brukes på 7-trinnet. Eksempelvis bygging av elektronisk krets samt utprøvinga av elektriske ledere og isolatorer.

1.2.3 Naturfag L06 (grunnskolen og Vg1)

Selv om Teknologi og design er kommet inn som et emne gjennom hele grunnskolen, er det i de nye læreplanene relativt lite som er knyttet til elektronikk og teknologi i samfunnet. En bør imidlertid tolke planen litt romslig på dette punktet.

I det etterfølgende er det plukket ut noen punkter som vi mener at dette opplegget kan oppfylle:

Etter 7 årstrinn

Teknologi og design

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- *planlegge, bygge og teste enkle produkter som gjør bruk av elektrisk energi, forklare virkemåten og beskrive prosessen fra idé til ferdig laget produkt*
- ...

Ungdomstrinnet

Etter 10 årstrinn

Fenomener og stoffer

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- *bruke begrepene strøm, spenning, resistans, effekt og induksjon i forsøk med strømkretser*
- *forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder*

Teknologi og design

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- *utvikle produkter som gjør bruk av enkel elektronikk etter kravspesifikasjoner, evaluere designprosessen og vurdere produktenes funksjonalitet og brukervennlighet*

En må heller ikke glemme at jenter vil være mer opptatt av *funksjonaliteten* og *nyttverdien* enn hva guttene vil. Guttene på sin side vil sannsynligvis bli mer fascinert av de tekniske løsningene. Det er derfor viktig å legge vekt på de funksjonelle fordelene som intelligenete hus gir brukeren. For eksempel vil hus utstyrt med styringssystemer kunne gi betydelig grad av energisparing.

Siden opplegget også inneholder mange forskjellige deler med forskjellig vanskelighetsgrad og faglig dybde, så vil opplegget lett kunne differensieres i henhold til den enkelte elevs nivå. Dette gjelder ikke minst programmering av husmodellen.

1.2.4 Fysikk i videregående skole, allmennfag (forslag til nye læreplaner)

Forslaget til fysikkfaget i Vg1 og Vg2 er foreslått kalt Fysikk A og B. Fra forslaget til læreplan av 6 april 2006 sakser vi:

Under **Hovedområder** finner vi:

- **Fysikk og teknologi**

Grundig kunnskap i fysikk er ofte en forutsetning for utvikling av ny teknologi, og det er også mulig å få fram viktige fysiske prinsipper ved å studere eksisterende teknologi. Ved å gå i dybden på en utvalgt vanlig moderne sensor i et høyteknologisk produkt, kan man få innsikt i viktige forutsetninger og begrensinger i fysiske målinger. Samtidig vil det gi en gevinst gjennom bedre forståelse for hvordan teknologien kan brukes så optimalt som mulig.

Videre finner vi under **Grunnleggende ferdigheter**:

Å kunne **bruke digitale verktøy til animasjoner og simuleringer** kan bidra til å levendegjøre og utdype fysikkfaglig stoff. Å **bruke digitale verktøy til utforskning, måling, registrering, analyse, dokumentasjon og publisering** i forbindelse med forsøk er relevant i faget. Kritisk vurdering av nettbasert fysikkfaglig informasjon styrker arbeidet med faget. **Digitale verktøy gir mulighet for å simulere forsøk.**

Etter Fysikk A:

Fysikk og teknologi

Mål for opplæringen er at elevene skal kunne:

- *beskrive forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra en enkel modell av energinivåene i stoffene, og forklare hva vi mener med doping av en halvleder*
- *forklare, skissere og sammenligne oppbygning og virkemåte til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem*
- *gjøre rede for virkemåten til en todimensjonal, lysfølsom detektor til bruk ved digital fotografering eller digital video*
- *gjøre rede for hvordan moderne sensorer kan karakteriseres, og hvordan sensoregenskaper som oppløsning, dynamisk område og linearitet setter begrensninger på målinger*

Etter Fysikk B:

De grunnleggende fysikklovene

Mål for opplæringen er at elevene skal kunne:

- *beskrive **homogene** og **inhomogene elektriske felt**, og gjøre rede for **feltstyrke, feltlinje, ekvipotensialflate** og **Coulombs lov***
-

Fysikk og teknologi

Mål for opplæringen er at elevene skal kunne:

- *gjøre rede for **teknologiske anvendelser av induksjon i generator, transformator, elektriske motorer og andre apparater som brukes i dagliglivet***
-

Det viktigste i denne sammenheng er at læreplanen foreslår å bruke teknologiske sensorer for å se hvordan naturvitenskapen (fysikken) brukes for å realisere teknologiske hjelpemidler. Innen sensorteknologi er sammenhengen mellom fysikken og teknologien åpenbar. Dessuten er sensorer noe vi alle møter til daglig, kanskje uten å tenke over det.

1.2.5 Bruk i videregående skole Elektrofag (R94)

Følgende mål er hentet fra faget **Elektronikk** ved linje for Elektro.

Mål 3

Elevene skal kunne utføre service på digitale elektronikkprodukter og systemer. Elevene skal kunne vurdere og trekke slutninger basert på observasjoner, erfaringer og eksperimenter:

Hovedmomenter

Elevene skal kunne:

- 3a** *koble sammen enkeltdeler til en sammensatt funksjon, og måle og vurdere disse.*
- 3b** *gjøre rede for oppbygging og virkemåte av grunnleggende digitale systemer som inneholder logiske programmerbare kretser, hukommelser, indikatorer, mikroprosessor, bussystemer, inn- og utenheter og programmer.*
- 3c** *beregne og analysere digitale produkter som inneholder logiske kretser, programmerbare kretser, mikroelektronikk og pulstekniske kretser.*
- 3d** *måle og vurdere resultater med hensyn til funksjon og reparasjon av digitale produkter som inneholder logiske kretser, programmerbare kretser, mikroelektronikk og pulstekniske kretser.*

Av læremål 3b framgår det at eleven skal kunne gjøre rede for oppbygningen og virkemåte av grunnleggende digitale systemer som inneholder mikroprosessor og programmer.

Følgende er hentet fra **VKII/Bedrift Elektrikerfaget**

Pkt. 2.6 Styre- og reguleringsystemer for elektriske installasjoner

Mål 1

Lærlingene/elevene skal ha nødvendig systemforståelse for å kunne utføre arbeid på ulike typer styre- og reguleringsystemer. De skal ha gode kunnskaper om nødvendig utstyr og materiell, kunne bruke nasjonale forskrifter og aktuelt arbeidsunderlag, og kunne utføre arbeidet på en slik måte at helse, sikkerhet og kvalitet ivaretas

Hovedmomenter

Lærlingene/elevene skal

- 1a** *kunne planlegge arbeidet med utgangspunkt i gjeldende forskrifter og aktuell dokumentasjon*
- 1b** *kjenne til anlegg med automatisk måling og regulering av temperatur, nivå og trykk*
- 1c** *kunne gjøre rede for prinsippene for ulike typer energiautomatiseringsanlegg*
- 1d** *kunne veilede ved valg og drift av energiautomatiseringsanlegg i boliger*
- 1e** *kunne gjøre rede for prinsippene for oppbygging og funksjon av bagasjehåndteringsanlegg, automatisk lagerstyringsanlegg og persontransportanlegg og kjenne til de komponentene som brukes i anleggene*

- If** kunne vurdere ytre påkjenninger, og kunne avgjøre krav til kapsling av de elektriske komponentene i et styre- og reguleringsystem
- Ig** kunne programmere og endre PLS eller databasert styringsprogram for et styre- og reguleringsystem med utgangspunkt i et ferdig skjema
- Ih** kunne velge riktig type og dimensjon på ledninger, kabel og vern, og kunne montere dette forskriftsmessig

1.3 Kursprogram

Heftet inneholder nok stoff til et tredagers lærer- eller elevkurs. Det er imidlertid mulig å sette sammen både et en- eller et to-dagers kurs fra dette programmet avhengig av hva en ønsker og legge vekt på og målgruppen. Selv om hele kurset gjennomføres, så er elementære kunnskaper innen elektrisitetstære (strøm/spenning/motstand, sluttet krets, parallell- og seriekobling, oppkobling av enkle kretser) en fordel.

Forslag til kursprogram for lærere

(med forbehold om endringer)

Dag I Elektriske kretser i modellhus (mellomtrinn - ungdomsskole)

Elektriske kretser, sluttet krets, parallellkobling, brytere, lyspunkter, elektrisk anlegg i hus, el-sikkerhet, installasjon i "modellhus". Det er viktig at alle aktiviteter kan anvendes i skolen.

- | | |
|---------------|--|
| 09.15 - 10.00 | Installasjon i hus og el-sikkerhet (besøk fra TEV) |
| 10.00 - 10.15 | Pause |
| 10.15 - 12.00 | Bruk av datasimulator i undervisningen av el-lære (laboratorium) |
| 12.00 - 12.30 | Lunsj |
| 12.30 - 13.00 | Introduksjon til el-installasjoner i "modellhus" (forelesning)
Montasje på plate med planskisse av hus |
| 13.00 - 14.00 | Installasjon i "modellhus" (ledningsføring, sikringer, brytere, lyspunkter) (laboratorium) |
| 14.00 - 14.15 | Pause |
| 14.15 - 15.45 | Installasjon i "modellhus" (ledningsføring, sikringer, brytere, lyspunkter) (laboratorium) |
| 15.45 - 16.00 | Oppsummering |

Dag II Styring og kontroll (ungdomsskole - videregående skole)

Robotteknologi, styring og kontroll, detektorer og sensorer, grunnleggende elektronikk, bygging og lodding av elektronisk krets, måling.

- | | |
|---------------|--|
| 09.15 - 10.00 | En verden full av roboter med enkle øvelser. Inn og utganger, programmenheten (forelesning m/øvelser) |
| 10.00 - 10.15 | Pause |
| 10.15 - 11.00 | Bygging av en enkel elektronisk fuktighetsdetektor (laboratorium) |
| 11.15 - 12.00 | De vanligste sensorene (røykvarsler, lysdetektor, termostat, IR-detektor).
Hvordan virker de og hvordan brukes de? (forelesning) |
| 12.00 - 12.30 | Lunsj |

12.30 - 13.00	Hvordan virker fuktighetsdetektoren? (forelesning)
13.00 - 14.00	Fuktighetsdetektoren bygges om til tørkedetektor, lys- og mørkedetektor (laboratorium)
14.00 - 14.15	Pause
14.15 - 15.45	Enkle målinger på kretsen, bruk av Ohms lov (laboratorium)
15.45 - 16.00	Oppsummering

Dag III Det intelligente hus (ungdomsskole - videregående skole)

Introduksjon intelligente hus, grunnleggende digitateknikk, logiske elementer, enkel programmering, løsning av laboratorieoppgaver

09.15 - 10.00	Introduksjon til det intelligente hus og LOGO! Inn og utganger. (forelesning)
10.00 - 10.15	Pause
10.15 - 11.00	Bruk av programmeringsverktøyet, kort innføring. Bli kjent med det <i>intelligente modellhuset</i> . Overføring av data, lag det første enkle programmet. (forelesning m/enkle øvinger)
11.15 - 12.00	Grunnleggende forståelse av logiske elementer (forelesning m/enkle øvinger)
12.00 - 12.30	Lunsj
12.30 - 13.00	Øving 1 Programmering som inkl. enkle brytere, tenning av lys og alarm (laboratorium)
13.00 - 14.00	Øving 2 Programmering som inkl. fuktighets detektor, lysdetektor og alarm (laboratorium)
14.00 - 14.15	Pause
14.15 - 15.45	Øving 3 Programmering som inkl. temperatursensor og styring av ovn (laboratorium)
15.45 - 16.00	Oppsummering

DEL I

GRUNNLEGGENDE ELEKTRISITETSLÆRE

I del I av boka vil vi omtale følgende tema:

- **Kapittel 2** *Grunnleggende begreper innen elektrisitetstlæra*
Kapittelet gir en fenomenologisk tilnærming til strøm-, spenning-, resistans-, effekt- og energibegrepene.
- **Kapittel 3** *Simulering av elektriske anlegg*
Kapittelet gir en kort innføring i bruk av simulatoren Crocodile Technology og hvordan denne kan brukes for å simulere enkle oppkoblinger i et elektrisk anlegg.
- **Kapittel 4** *Grunnleggende regler for bruk av elektriske apparater i bolighus*
Kapittelet gir en oversikt sikkerhetsforanstaltninger ved installasjon og bruk av elektrisk anlegg i egen bolig.
- **Kapittel 5** *Installasjon av elektrisk anlegg i “modellhus”*
Kapittelet gir detaljerte instruksjoner om montering av enkle elektriske installasjoner i et “modellhus”. Montering skjer på en monteringsplate.

2 Grunnleggende begreper innen elektrisitetstlæra, en fenomenologisk tilnærming

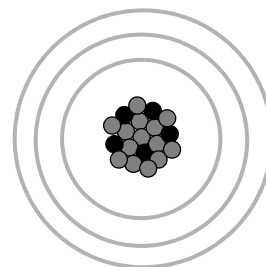
Vi vil i dette kapittelet forsøke å nærme oss noen sentrale begreper innen elektrisitetstlæra ut fra ønsket om å gi elevene en kvalitativ forståelse før de blir konfrontert med det matematiske begrepsapparatet. Primært skal vi se på en enkel atommodell, elektriske ledere og isolatorer. Dessuten skal vi forsøke å lage forklaringsmodeller for spenning, strøm, effekt og energi. Det viser seg at elevene har vanskelig for å forstå disse begrepene. Det er heller ikke sikkert at en dypere teoretisk forståelse bør være elevenes første møte med begrepene. Språket i presentasjonen er slik at det kan brukes i en undervisningssituasjon.

La oss starte med å skissere en atom-modell.

2.1 En atom-modell

Kjennskap til en enkel atommodell er en forutsetning for å forstå elektrisk strøm. Det er imidlertid viktig å presisere at det bare dreier seg om en *modell*. Ingen har sett et atom, det er derfor ingen som kan si eksakt hvordan det ser ut eller er bygget opp. En har imidlertid laget seg modeller som i størst mulig grad harmonerer med den virkelighet en kan observere ved hjelp av avansert måleutrustning.

Alle atomer har en *kjerne* som i utgangspunktet består av to typer elementærpartikler, *protonene* som er positivt ladet og *nøytronene* som er uten ladning. Antall protoner i kjernen bestemmer hvilket grunnstoff vi har med å gjøre. I ulike avstander fra kjernen finner vi svermer av negativt ladede *elektroner*. Disse er ordnet i skall som ligger i forskjellig avstand fra kjernen. Et atom vil ha like mange

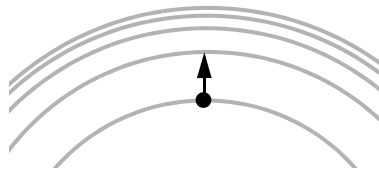


Figur 2
Enkel atommodell.

elektroner som det er protoner i kjernen, og siden ladningen til ett elektron har samme størrelse, men med motsatt fortegn, som ladningen til et proton i kjernen, vil atomet som helhet være **elektrisk nøytralt**.

I følge atomteorien kan en ikke betrakte elektronene som partikler som til enhver tid har en bestemt bane. En betrakter dem derfor som diffuse skyer knyttet til skall med forskjellig avstand til kjernen. Flere elektroner kan befinne seg i hvert skall. Vi har likevel valgt å

Atomt kan motta energi, ved at ett eller flere av atomets elektroner flytter seg til en bane lengre fra kjernen. Elektronene kan ikke innta en bane med en hvilken som helst avstand til kjernen. For at elektronet skal kunne flytte seg, må det få tilført en energimengde som tilsvarer forskjellen mellom to tillatte baner.

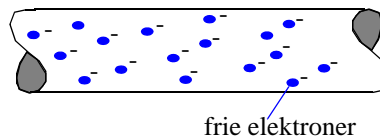


Figur 3 Elektronene kan kun innta tillatte baner.

Videre kan atomet gi fra seg energi ved at elektronene faller tilbake til en lavere tillatt bane. Slik avgitt energi kan enten resultere i utstrålt varmeenergi, lys som hos lysdioden eller annen stråling. Vi refererer ofte til de tillatte banene som elektronenes *energitilstander*.

Hos enkelte stoffer ligger de tillatte posisjonene så tett at de nesten opptrer som om de var kontinuerlig forbundet med hverandre. Dette er tilfelle hos *metaller*. Hos disse er dessuten atomene bundet til hverandre på en meget regelmessig måte, de danner gitter eller krystallstrukturer.

Når vi varmer opp stoffer tilføres atomene i stoffet energi. Selv ved romtemperatur vil mange elektroner i et metall befinne seg i de øverste energinivåene. I denne tilstanden vil dessuten elektronene kunne forlate sin atomkjerne og bevege seg fritt i metallet.



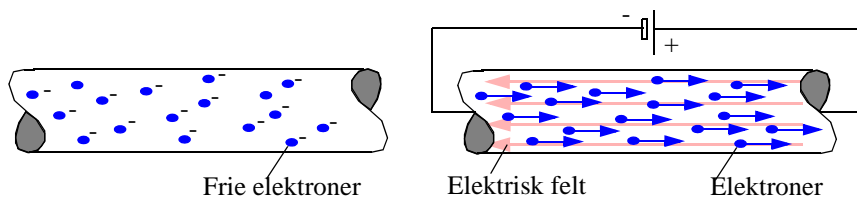
Figur 4 En elektrisk leder er full av mer eller mindre frie elektroner.

Hos isolatorer, som er meget dårlige elektriske ledere, vil elektronene være sterkt bundet til sine atomer, og det skal mye energi til for å frigjøre dem slik at de kan bevege seg fritt.

2.2 Elektrisk strøm og spenning

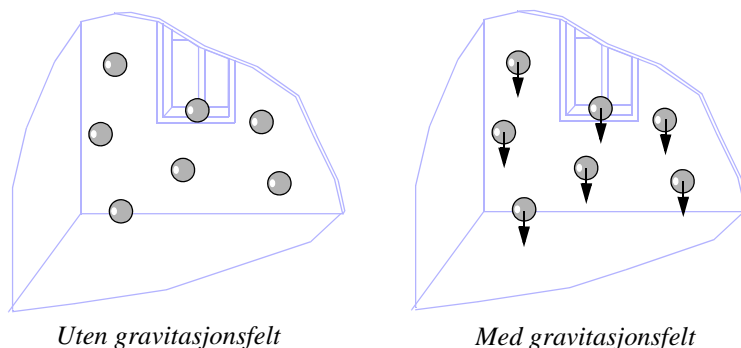
I en elektrisk leder vil de frie elektronene svirre rundt på en tilfeldig måte. Mellom ladningene vil det være elektriske felter. **Like ladninger** danner felter som gjør at de frastøter hverandre, og **ulike ladninger** danner felter som gjør at ladningene tiltrekker hverandre. Elektronene, som alle har lik negativ elektrisk ladning, vil derfor frastøte hverandre. Dette hindrer dem i å klumpe seg sammen.

Kobler vi et batteri over ledningen med de frie elektronene, vil de bevege seg mot den positive polen på batteriet. Dvs. i motsatt retning av det elektriske feltet.



Figur 5 Et metall har frie elektroner som vil bevege seg mot den positive polen på batteriet.

Vi kan som en analogi tenke oss at vi befinner oss i et rom uten tyngdefelt med en mengde bordtennisballer. Dersom vi slipper ballene vil de sveve rundt på måfå.



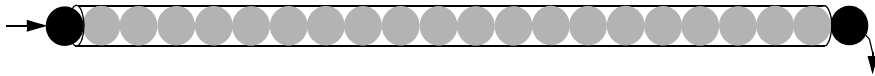
Figur 6 Rom med og uten gravitasjonsfelt.

Gir vi rommet et gravitasjonsfelt, vil alle ballene bevege seg i retning *med* feltet og legge seg på gulvet. Dersom vi et øyeblikk tenker oss at ballene var uten masse (vekt), ville de fortsette å sveve til tross for gravitasjonsfeltet.

Forutsetningene for at ballene skal falle til gulvet er derfor både at de har en masse og at de befinner seg i et gravitasjonsfelt.

Som vi skal se så gjelder omtrent det samme for elektroner.

Det er viktig å presisere for elevene at det ikke bare er batteriet som inneholder elektroner, men at ledningene er fulle av dem. Når så batteriet tilkobles, oppstår et elektrisk kraftfelt i ledningen som gjør at elektronene i metallet settes i en ordnet bevegelse mot batteriets positive pol. Det er også viktig å merke seg at feltet utbreder seg med lyshastigheten, men at gjennomsnittsfarten til elektronene bare er noen mm i sekundet.

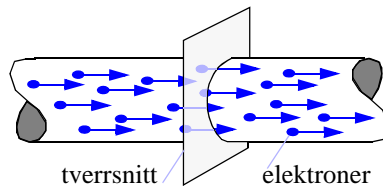


Figur 7 En elektrisk leder kan sammenlignes med et langt rør med baller.

En elektrisk leder kan sammenlignes med et langt rør som er fullt med baller. Dytter vi inn en ball på venstre side, faller det umiddelbart ut en på høyre side (figur 7). Gjennomsnittsfarten til ballene er liten, men responsen fra venstre til høyre side er umiddelbar.

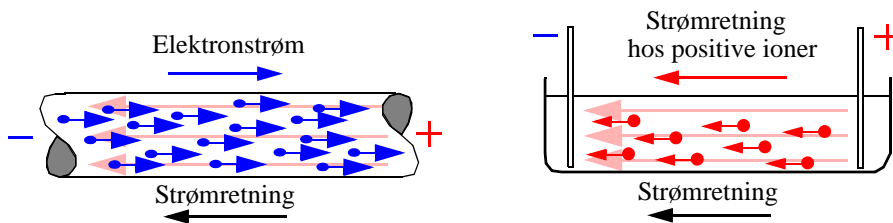
Strømstyrken gjennom en elektrisk leder er definert som:

Den totale ladning som passerer gjennom et tverrsnitt av lederen i løpet av ett sekund.



Figur 8 Strømstyrken er lik ladning pr. tidsenhet.

Mange elever synes det er ulogisk at elektronene beveger seg *en* vei, mens strømretningen er definert i motsatt retning. Dette skyldes at positiv strømretning er definert som den retningen positive ladninger vil bevege seg i et elektrisk felt.



Figur 9 I en oppløsning med positive ioner vil ionene bevege seg i strømretningen.

De frie ladningene i en elektrisk leder er negativt ladet, men i batteriet er det positivt ladede ioner som er de frie bevegelige ladningsbærerne. Mens elektronstrømmen går *mot* strømretningen i en elektrisk leder, vil de positive ionene i batteriet gå *med* strømretningen¹.

1. Prosessene i batteriet er mer kompliserte enn omtalt her. I praksis vil det eksistere både positive og negative ioner og elektroner som vil bevege seg i henhold til sin ladning.

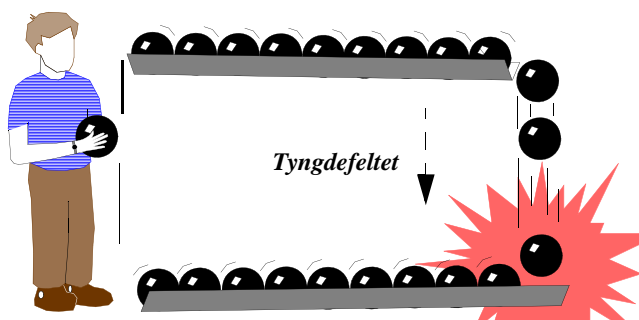
Det er derfor ikke bare av historiske årsaker at elektrisk strømretning er definert motsatt av den retningen elektronene beveger seg. Det er også fornuftig.

En kan utfordre elevene til å tenke etter hva som ville ha skjedd dersom en ball (se analogien foran) hadde hatt *negativ* masse (f.eks. hadde veid -100 gram), hvilken vei ville den *da* ha falt når den ble sluppet?

Ut fra det vi har omtalt foran så vil batteriet sette opp et elektrisk felt inne i lederen som tvinger elektronene til å bevege seg mot den positive polen på batteriet. Jo større spenning batteriet har, jo større strøm vil det klare å drive gjennom kretsen.

For virkelig å forstå hva det elektriske feltet betyr for ladningstransporten og den elektriske strømmen, skal vi ta fram igjen den mekanisk modellen (figur 10).

Vi tenker oss kuler som ruller langs en renne. I den øverste renna har kulene en viss potensiell energi (evne til å utføre arbeid). Den slake helningen på renna får kulene til å rulle langsomt mot høyre. Når de kommer til enden av renna faller de utfor kanten samtidig som de akselereres. I fallet vil kulene utføre et arbeid enten ved at de treffer hindringer underveis, eller ved at de treffer den nederste renna. Energien frigjøres ved at det høres et smell og ved at treffpunktet kan bli deformert og oppvarmet.



Figur 10 Mekanisk modell av elektrisk strøm.

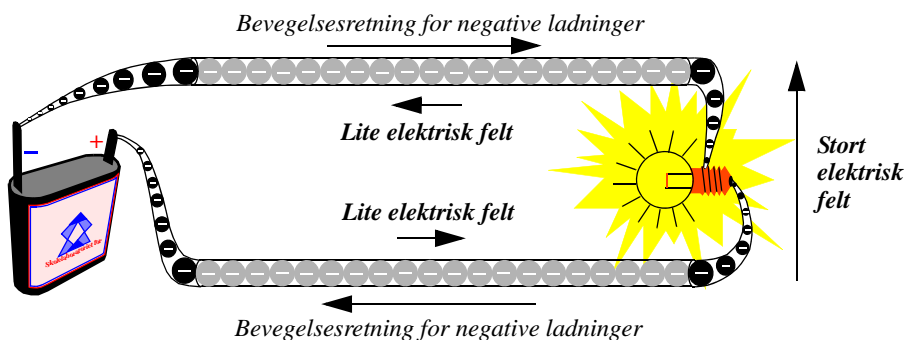
Så ruller kulene langsomt tilbake til gutten som løfter kulene opp i den øverste renna slik at de på ny kan rulle ut mot høyre og utføre et arbeid. Gutten utfører et arbeid ved å tilføre kulene energi.

La oss merke oss følgende:

- **Uten tyngdefelt** vil ikke kulene rulle langs renna, og slett ikke falle utfor kanten. Kulene vil rett og slett ikke ha noen potensiell energi, og kan derfor ikke utføre noe arbeid.
- **Uten masse** vil ikke kulene ha noen "vekt" og kan ikke bli påvirket av tyngdefeltet. De vil ikke rulle langs renna og ikke falle utfor.

Vi kan altså slå fast at vi **både må ha et tyngdefelt og kuler med masse** for at energi skal kunne transporteres og frigjøres.

La oss så gå tilbake til elektronene som beveger seg i ledningen.



Figur 11 Elektriske ladede partikler “faller” i det elektriske feltet.
I lyspæra faller de “langt” på kort tid og avgir mye energi.

På samme måte som gutten tilfører kulene potensiell energi i tyngdefeltet, tilføres de ladede elektriske elektronene potensiell energi i det elektriske feltet som lages av batteriet. Når elektronene “faller” gjennom det elektriske feltet i lyspæra så avgir de sin potensielle elektriske energi i glødetråden som begynner å gløde pga. oppvarming. Dette skjer ved at elektronene støter sammen med atomer i glødetråden. At dette skjer nettopp i glødetråden og ikke i ledningen til og fra, skyldes at glødetråden er laget slik at den øver stor motstand mot elektronene, mens ledningene øver lite motstand.

På vei tilbake til batteriet har de mistet sin potensielle energi og må få ny energi i batteriet. Her blir de “løftet” opp til toppen av det elektriske feltet og kan falle gjennom feltet på nytt og avgir energi. Batteriet tilfører elektronene energi ved å “løfte” dem opp til et høyere elektrisk potensiale, slik at de blir istand til å utføre et *elektrisk* arbeid. Dette tilsvarer at gutten tilfører kulene potensiell energi slik at de kan utføre et *mekanisk* arbeid.

La oss igjen merke oss følgende:

- **Uten et elektrisk felt** vil ikke elektronene bevege seg langs ledningen, og slett ikke gå gjennom lyspæra. Elektronene vil rett og slett ikke ha noe potensiell energi og kan derfor ikke utføre noe arbeid i lyspæra.
- **Uten ladning** vil ikke elektronene bli påvirket av det elektriske feltet, og de vil ikke bevege seg langs ledningen og ikke gå gjennom pæra.

Vi kan altså slå fast at vi **både må ha et elektrisk felt og elektroner med ladning** for at elektrisk energi skal kunne transporteres og frigjøres.

Vi skjønner også at strømmen av partikler i begge ledningene er den samme, dvs. strømmen brukes ikke opp i lyspæra. På samme måte som kulene ikke forsvinner selv om de faller fra den øvre til den nedre renna.

2.3 Det elektriske kraftnettet

Elektroner som beveger seg i et elektrisk felt kan transportere og avgi energi. Så langt har vi benyttet batterier for å skape elektriske felter. I prinsippet er det det samme som skjer når vi bruker elektrisitet fra stikkkontakten hjemme i stua.

Vi vet at når vi kobler en elektrisk varmeovn til stikkkontakten i veggen, så vil ovnen kunne tilføre rommet varmeenergi og temperaturen i rommet stiger.

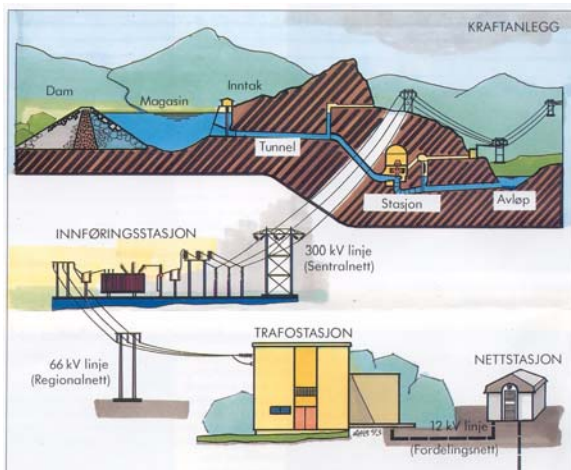
De fleste har stått ved en foss og sett den fantastiske kraftutfoldelsen idet vannet kaster seg utfor en bratt skrent. Vi er ikke i tvil om at en slik foss kan sette store hjul i bevegelse.

Ved å lede vannet inn i store rør kan vi konsentrere kraftutfoldelsen til stedet der *turbinen* står. En turbin er ikke noe annet enn et stort hjul med skovler som vannstrømmen slår mot slik at turbinen settes i rotasjonsbevegelse. Turbinen er igjen koblet til en *generator*.

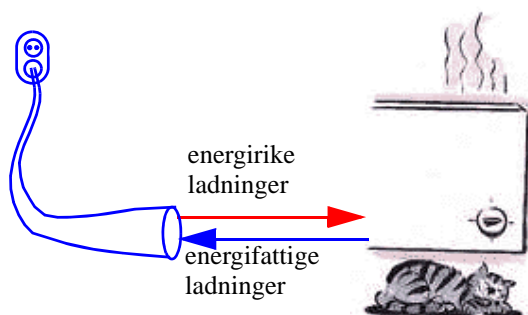
Når en motor tilkobles et batteri eller en elektrisk strømkilde vil den begynne å rotere. Dersom vi i stedet driver en motor fort rundt, vil den kunne levere elektrisk energi (strøm). Da kalles motoren en *dynamo* eller en *generator*.

Generatoren lager, på samme måte som batteriet, et elektrisk felt som driver ladninger gjennom ledningene (se avsnitt 2.4). Det elektriske feltet gir ladningene energi som avgis hos forbrukeren. Ladningene er energibærere.

Vi har tidligere sett at elektriske ledninger er fulle av frie elektriske ladninger (elektroner) som settes i bevegelse i et elektrisk felt. Selv om *feltet* forplanter seg raskt i en leder, vil *ladningene* selv bevege seg ganske langsomt og rykkvis.



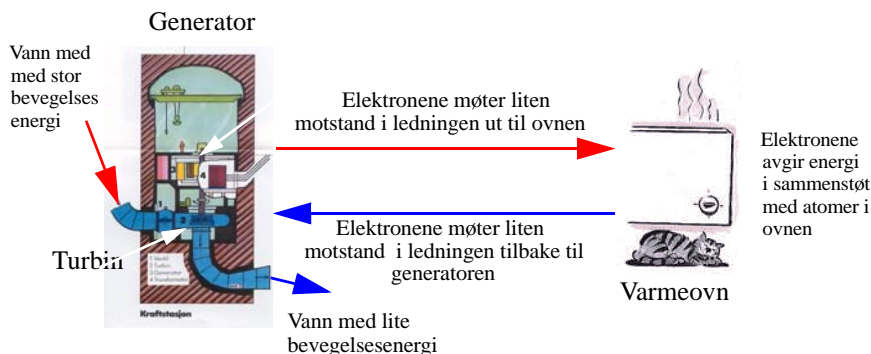
Figur 12 Kraftanlegg [15].



Figur 13 Energirike ladninger avgir sin energi i varmeovnen før de returnerer til kraftstasjonen.

I ledningen fra kraftstasjonen og ut til forbrukeren møter elektronene lite motstand, og de får anledning til å få opp farten. Dvs. det elektriske feltet i ledningen akselererer elektronene selv om feltet langs ledningene er ganske svakt.

Tilslutt kommer de fram til forbrukeren hvor de f.eks. møter en varmeovn som består av store resistanser som øver motstand mot elektronene. Dvs. inne i ovnen støter de stadig mot atomene i motstandselementene, hvor de avgir energi og mister fart. Mellom hvert støt vil de bli akselerert, før de igjen avgir energi i et nytt støt, osv.



Figur 14 I generatoren omdannes bevegelsesenergi til elektrisk energi.

Når elektronene har passert motstandselementene i ovnene, returnerer de til generatoren gjennom en ledning med lite motstand.

Vi bør også merke oss at størstedelen av det elektriske feltet fra generatoren finner vi inne i ovnen. Dvs. at selv om elektronene støter ofte sammen med atomene i motstandselementene, så er feltet så sterkt og akselerasjonen så stor, at de i gjennomsnitt vil ha samme fart som elektronene i tilførselsledningene. På grunn av høy fart og mange sammenstøt er det også her det aller meste av energien blir frigjort.

Vi måler strømmen i den ene ledningen ved å “telle” antall elektroner som passerer pr. sekund på vei ut til forbrukeren. Dermed flytter vi måleinstrumentet (telleren) over i den andre ledningen og “teller” antall elektroner som passerer pr. sekund på vei tilbake til generatoren. Siden det ikke hopper seg opp med elektroner ved ovnen, vil vi telle det samme antallet på vei tilbake til energiverket som vi talte på vei til forbrukeren. Dvs. vi måler den samme strømmen i begge ledningene.

Strømmen brukes altså ikke opp i ovnen. Det er bare energien som avleveres. Hver gang elektronene bremses opp avleverer de energi. For at det skal gå en jevn strøm med elektroner, må de kunne returnere til generatoren. Vi trenger en sluttet krets.

Det samme gjelder når vi bytter ut generatoren med et batteri og varmeovnen med en lommelyktpære.

Vi har tidligere omtalt generatorer som omdanner rotasjonsenergi til elektrisk energi. La oss se litt nærmere på hvordan dette kan skje.

2.4 Fra mekanisk til elektrisk energi

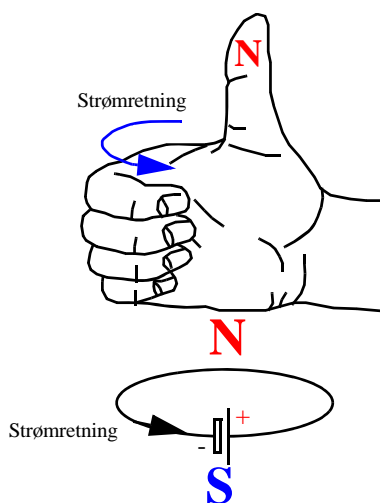
Det sentrale prinsippet for å omdanne mekanisk energi til elektrisk energi er at elektriske ladninger lar seg påvirke av magneter i bevegelse. Vi husker at elektriske ledninger inneholder mange frie elektroner. Når en magnet passerer nær en ledning vil de frie elektronene påvirkes av en kraft som skyver dem gjennom ledningen. Skal vi forstå hva som skjer må vi først se hva **Hans Christian Ørsted (1777 - 1851)** oppdaget. Han fant ut at når det går en elektrisk strøm gjennom en ledning vil det oppstå et magnetisk felt rundt den.

I ledningsløyfen i figur 15 går strømmen fra pluss til minus på batteriet. Under disse forholdene oppstår en magnetisk nordpol på oversiden av sløyfen. Høyrehåndsregelen hjelper oss til å huske hvor nordpolen oppstår når strømmen går som den gjør.

Høyrehåndsregelen:

Legger du høyre hånd over strømsløyfen slik at fingrene (ikke tommelen) peker i strømrretningen, vil tommelen peke mot strømsløyfas nordpol. Husk at strømmen i sløyfa går fra pluss til minus på batteriet.

Vi kan også bruke høyrehåndsregelen for å bestemme strømmen i en ledningsløyfe som påvirkes av en magnet.



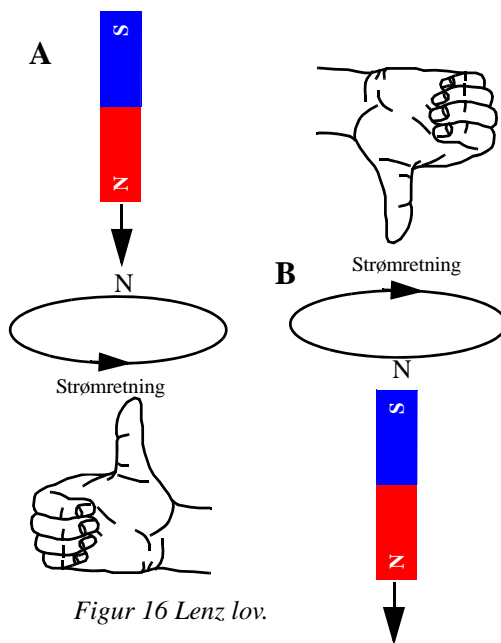
Figur 15 Høyrehåndsregelen.

Figur 16 viser en ledningssløyfe. Vi husker at den har en mengde frie elektroner. Når vi slipper en magnet gjennom sløyfa, vil elektronene bevege seg slik at *de forsøker å hindere at magneten* kommer inn i sløyfa. Vi vet at nordpol frastøter nordpol. Strømretningen vil derfor være slik at det lages en nordpol på oversiden av sløyfa.

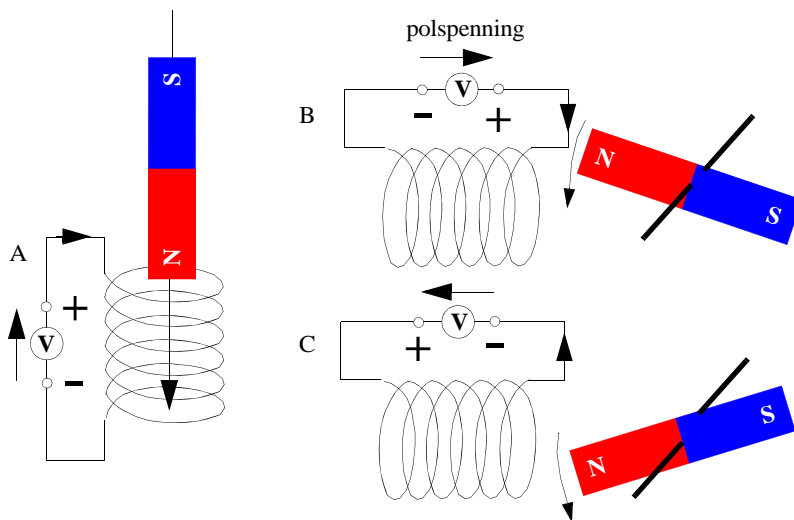
Idet magneten faller ut av sløyfa, vil strømmen gå slik at den forsøker å *hindre* at magneten forlater spolen. Det gjør den ved å lage en nordpol på undersiden som forsøker å holde igjen sørpolen som prøver å forlate sløyfa. Vi husker at ulike poler tiltrekker hverandre.

En strømsløyfe av denne typen er altså temmelig konservativ. Den forsøker å hindre forandring. Loven som beskriver dette fenomenet kalles Lenz' lov oppkalt etter den rusiske vitenskapsmannen **Heinrich Lenz** (1804 - 1865).

Vikler vi opp en ledning slik at vi får en spole og fører en magnet raskt forbi (eller gjennom) den som vist på figuren under, vil de frie elektronene i ledningen settes i bevegelse som vi har sett foran.



Figur 16 Lenz lov.

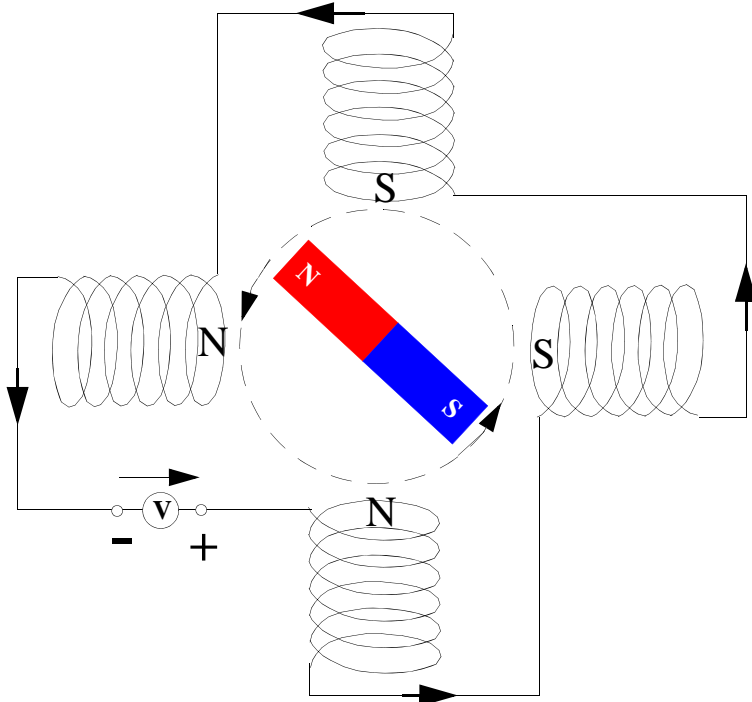


Figur 17 Magnetten setter elektronene i bevegelse og det skapes en spenning på polene.

Når magneten nærmer seg spolen vil elektronene bevege seg slik at magnetfeltet rundt spolen forsøker å hindre magneten i å trenge inn i den. Det gjør den som vi har sett, ved å lage en nordpol der magneten trenger inn (se figur 17 B). Tilsvarende vil den forsøke å hindre at nordpolen forlater spolen ved å lage en sørpol (se figur 17 C). På den måten får vi en polspenning som veksler mellom å være positiv og negativ. *Vi har fått en elektrisk vekselspenning.*

Den engelske fysikeren **Michael Faraday** (1797-1867) undersøkte dette fenomenet og var en av de første som utnyttet det til å lage noe som lignet en dynamo eller generator.

I prinsippet er en generator bygget opp på en tilsvarende måte som vist foran. Ofte er flere spoler koblet i serie eller i parallell som vist på figur 18.



Figur 18 Prinsippkisse av en generator. Spolene er koblet i serie for å få høyere spenning.

Spolene i en generator er koblet slik at spenningene (seriekoblede spoler) eller strømmene (parallellkoblede spoler) forsterker hverandre. Generatoren på figuren over vil lage en vekselspenning.

2.5 Elektrisk energi og effekt

Hva er så forskjellen på *energi* og *effekt*?

Legger vi hånda på ovnen etter at vi har slått den på, kjenner vi at den blir varm. Temperaturen stiger til den har nådd ønsket nivå. Vi sier at ovnen *avgir varmeenergi*. En elektrisk ovn er en slags omformer som omdanner elektrisk energi til varmeenergi. Dersom vi ser på merkingen av ovnen

så kan det f.eks. stå at ovnen kan levere 1000Watt. Dette angir hvor mye energi ovnen klarer å **levere i løpet av 1 sek** og kalles ovnens **effekt**. Effekt er altså energi levert pr. sekund. Effekt måles i **Watt** som forkortes **W**.

Dersom vi slår på en ovn på 1000Watt og lar den stå på i en time, så vil den ha levert 1000W i 3600 sek som er en time. I løpet av denne timen har ovnen levert en viss mengde varmeenergi til rommet. For å finne den leverte energien, må vi gange effekten med den tida ovnen har stått på. I vårt eksempel vil ovnen ha levert $1000W \cdot 1\text{time} = 1000\text{Watt-timer}$, som er det samme som **1 kilo-Watt time** eller forkortet **kWh**. Som kjent er kWh en passende enhet å kjøpe strøm i, og prisen ligger på fra kr. 0,25 - 0,75 avhengig av knappheten på energi.

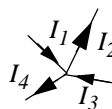
I det neste avsnittet skal vi se nærmere på hvordan strømmen fordeler seg i kretser som har flere greiner.

2.6 Kirchhoffs lover og sluttet krets

La oss se på to meget fundamentale lover som går under navnet **Kirchhoffs lover**. Sammen med **Ohms lov** er disse de viktigste lovene som gjelder for elektriske og elektroniske kretser. Disse lovene hjelper oss å forstå hvordan strøm og spenning fordeler seg i en krets.

Kirchhoffs første lov:

Konsekvensen av denne loven er kort og godt at der hvor ledninger møtes i et knutepunkt der må summen av strømmene inn mot knutepunktet være lik strømmene ut fra knutepunktet.

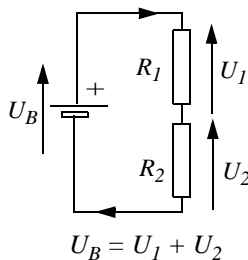


Noen ledninger fører strøm inn mot knutepunktet, andre leder strøm bort fra knutepunktet. Summen av de som leder strøm bort fra punktet må være like de som leder strøm inn mot knutepunktet. Dette betyr at strøm ikke kan forsvinne eller dukke opp i et knutepunkt.

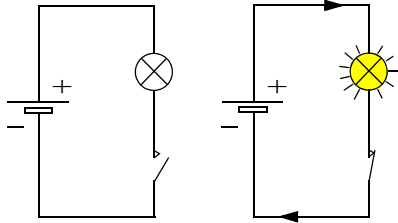
Kirchhoffs andre lov:

En av de viktigste konsekvensene av Kirchhoffs andre lov er at om vi summerer potensialforskjellene langs en sluttet krets så vil summen bli lik null.

I eksempelet i figur 19, ser vi at batterispenningen U_B blir liggende over de to resistorene R_1 og R_2 , slik at summen av spenningene U_1 og U_2 blir lik batterispenningen.



Figur 19 Kirchhoffs andre lov.

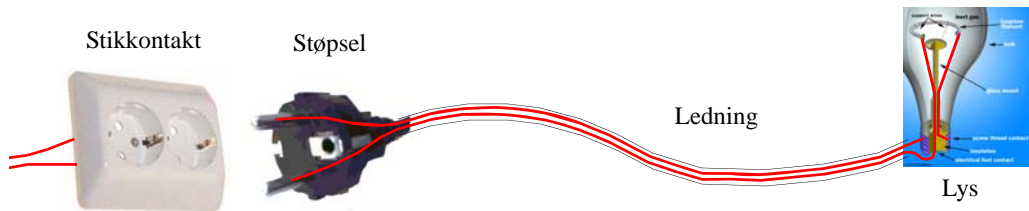


Figur 20 En krets må være sluttet for at det skal gå strøm.

Disse lovene har en viktig konsekvens: Nemlig at det *kun kan gå strøm i en sluttet krets*. Med sluttet krets mener vi at strømmen *både* må ha en ubrutt vei fra den ene polen på batteriet fram til lampen, og en returvei tilbake til den andre polen på batteriet.

Selv om dette synes opplagt, så er det ikke selvsagt at elevene skjønner det med en gang. Det kan foreksempel være forvirrende at det bare går en synlig ledning fra stikkkontakten til lampen.

Stikkkontakten er den delen som vanligvis sitter fast i veggen, mens støbselet er det som henger på ledningen og stikkes i veggen. Ved å studere et støbsele så ser en at det består av to ledninger, en som fører strømmen inn til apparatet og en som fører strømmen tilbake til generatoren for å få en *sluttet krets*.



3 Simulering av elektriske anlegg¹

Vi skal i denne delen se nærmere på simuleringsprogrammet Crocodile Technology, og hvordan det kan brukes som et hjelpemiddel i elektrisitetslæra.

Følgende skal berøres:

- Grunnleggende bruk av Crocodile Technology
- Sluttet krets
- Oppkobling av kjøkkenvifte (serie- og parallell kobling)
- Trappelysproblemet (en virkelig utfordring)

I selve kurset utfordres lærerne til å undersøke følgende kretser:

Serie- og parallellkobling av lyspærer i samme krets og kobling av flere brytere i samme strømkrets.

3.1 Grunnleggende bruk av Crocodile Technology

I dagens elektronikkindustri “kobler” en omtrent alltid opp kretsene en tenker å bygge i en simulator. En simulator er et dataprogram som inneholder matematiske modeller av alle komponentene. Ved hjelp av et grafisk hjelpemiddel plukkes grafiske symboler som kobles sammen som en ville ha gjort på en tegneblokk. Når alle komponenter og ledninger er koblet opp kan en sette “strøm” på kretsen og se om alt virker som det skal.

Innen elektrofag bruker en ikke simulatorer på samme måte, men en kan med fordel bruke det i en undervisningssituasjon da elevene kan eksperimentere fritt uten å være redde for å skade kretsen. Simulatorene kan gi dem grunnleggende forståelse for strøm og spenning, serie- og parallellkobling uten at vi trenger å være redd for at elevene skal ødelegge komponenter.

Simulatorer inneholder også strøm og spenningsmålere slik at en kan se hvilke spenninger og strømmen vi har i kretsen.

Crocodile technology² er et dataprogram som er tilpasset bruk i skolen. Programmet gir mulighet til å bygge opp elektriske og elektroniske kretser³ ved hjelp symbolske komponenter, forbinde dem med symbolske ledninger og undersøke om kretsen fungerer som tiltenkt. Ved hjelp av symbolske måleinstrumenter kan en måle strøm og spenning og tegne grafer om ønskelig. Programmet tilbyr også mulighet til å bruke naturtro avbildninger av noen av komponentene.

3.2 Hvorfor skal vi bruke simulator?

Det er mange fordeler med å bruke en simulator framfor en virkelig krets, her er noen momenter:

- Vi går aldri tom for komponenter

1. En stor del av dette kapittelet er skrevet av Berit Bungum, Uiniversitet i Oslo.
2. Også Crocodile Physics kan benyttes for å simulere enkle elektroniske kretser.
3. Forskjellen på elektriske og elektroniske kretser er beskrevet i avsnitt 6.1

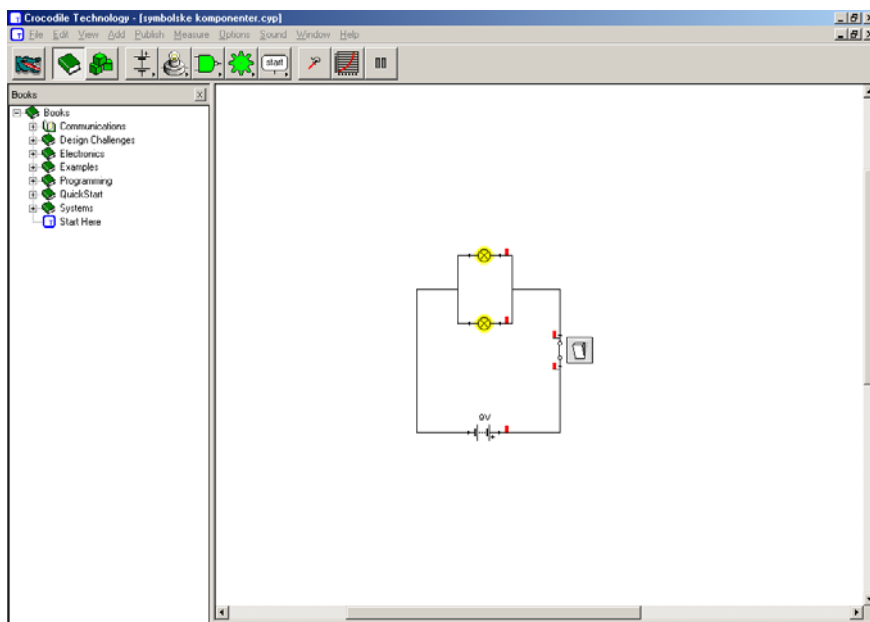
- Vi risikerer aldri at noe går virkelig i stykker
- Vi kan endre komponentverdier så ofte vi vil
- Vi kan sette inn så mange måleinstrumenter vi bare måtte ønske
- Vi slipper å bruke loddebolt for å skifte ut komponenter
- Vi kan se hva som skjer når vi overbelaster kretsen

Når vi så kobler opp kretsen etter å ha simulert den først, kan vi være ganske sikre på at den virker slik vi ønsket. Dessuten er det lett å bruke simulatoren før vi foretar eventuelle endringer.

Vi må imidlertid være klar over at en simulator aldri kan erstatte oppkoblingen, men være en hjelp i eksperiment- og konstruksjonsfasen.

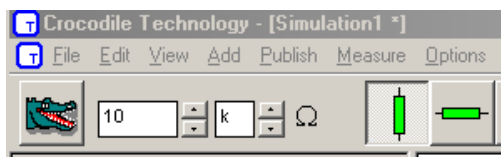
3.3 Manøvrering i Crocodile Thechnology

Crocodile-serien består av flere programmer og tar opp ulike emner eksempelvis elektriske kretser, mekanikk, kjemi, optikk, matematikk etc. Manøvreringen i de ulike programmene følger samme mal. I figur 21 ser vi et typisk skjermbilde fra Crocodile Technology programmet hvor vi kan arbeide med elektriske kretser, tannhjul og motorer.



Figur 21 Skjermbilde fra Crocodile Technology hvor vi har simulert en enkel krets.

Vi bygger opp kretsen ved å hente komponenter fra menyen øverst etter ”klikk og dra” prinsippet. Når vi klikker på et av symbolene i menyen får vi fram flere valgmuligheter, for eksempel resister orientert i ulike retninger for å passe inn i kretsen. Resistansen (motstandsverdien) kan lett settes til ønsket verdi ved å skrive inn i feltet i menyen.



Figur 22 Utsnitt av innboksen for å sette resistansen.

Krokodillen øverst til venstre i menyen er der for å fjerne uønskede komponenter eller ledningsføringer i skjemaet (se figur 22).

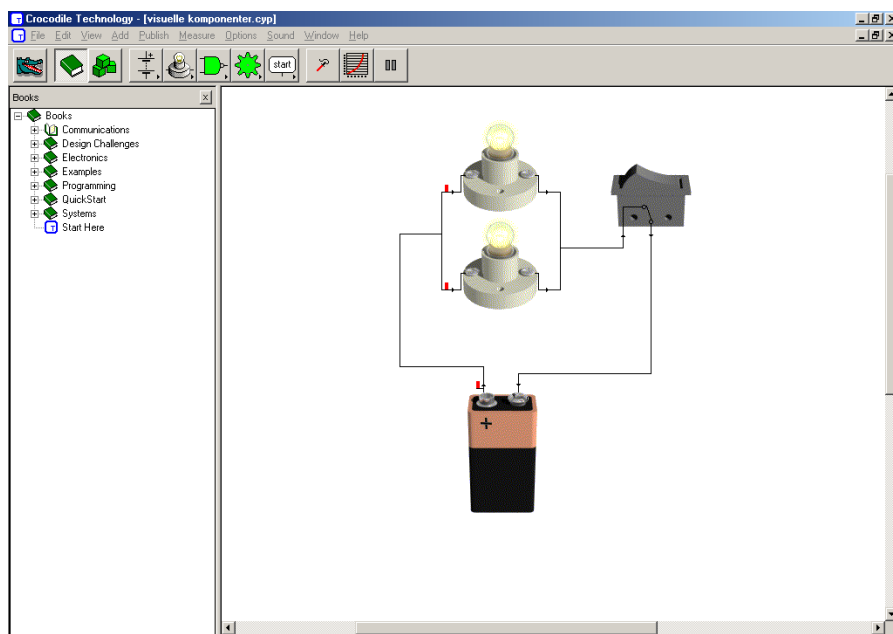
Komponentene koples sammen ved å trekke ledninger mellom dem. Dette gjøres ved å klikke på et av koblingspunktene til en komponent, og så bevege markøren dit ledningen skal på neste komponent. Hvis du klikker mens du drar, får du et ”hjørne” i ledningsføringen.

Crocodile Technology har to ulike oppsett for simulering av elektriske kretser. Det ene oppsettet bruker symbolske komponenter (symbolsk form), som vist på figur 21. Da blir ”oppkoblingen” omtrent lik koplingsskjemaet for kretsen. Legg merke til at lyspæra blir gul når det går strøm gjennom den! Dette indikerer at den lyser.



Det andre oppsettet viser komponentene slik de ser ut i virkeligheten (bildeform), og kan derfor være egnet for yngre elever. Det vesle bildet til venstre viser ”knappen” som gir menyen for visuelle komponenter. Bryteren åpnes og lukkes ved å klikke på tegningen av bryteren.

Figur 23 viser hvordan kretsen på forrige bilde ser ut med komponentene på bildeform:



Figur 23 Kretsen bygget med visuelle komponenter.

Dette oppsettet har klare pedagogiske fordeler ved at simuleringen er visuelt mer lik kretsen slik den ser ut i virkeligheten. Vi kan imidlertid ikke endre på verdien til resistorer og batterier, og oppsettet har bare de enkleste komponentene (programmet gir imidlertid mulighet for å kombinere visuelle og symbolske komponenter i samme krets).

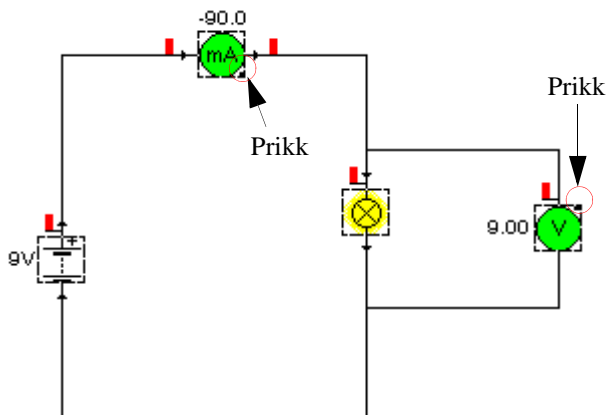
I det følgende vil vi tegne kretsene på symbolsk form.

3.4 Simulering i Crocodile Technology

For å bli kjent med hvordan vi kan simulere forsøk i Crocodile Technology, ser vi først på en enkel krets. Den består av en spenningskilde og en lyspære, og vi har satt inn et Volt-meter og et Ampère-meter for å måle spenningen over og strømmen gjennom lyspæra. Merk at lyspæra blir gul når det går tilstrekkelig strøm til at den lyser. De små pilene viser strømrretningen (fra + til -). Ved å bevege markøren over komponentene, får vi fram verdier for strøm, spenning og effekt for de enkelte komponentene.

Undersøk hva som skjer når du endrer spenningen på spenningskilden. Dette gjøres ved å klikke på den, for så å skrive inn ny verdi i feltet som kommer fram i menyen.

Voltmeteret til høyre på figur 24 viser at spenningen over lyspæra er 9 Volt. Strømmen gjennom den er 90 mA (milli-Ampère). Denne er negativ, fordi vi har brukt et Ampère-meter med polaritet motsatt av strømrretningen. Den svarte prikken nede til høyre på Ampère-metret viser hvor strømmen må gå inn i Ampère-metret for å få positiv måleverdi. For å få positiv måleverdi må vi i dette tilfellet bytte ut Ampère-metret med ett som har prikken på motsatt side.



Figur 24 Måling av spenning og strøm i en enkel krets.

Hva skjer når lyspæra får mer spenning enn den kan tåle? Prøv!

En fordel med simuleringsprogrammet er nettopp at vi kan eksperimentere med å brenne opp komponenter uten at det koster noe som helst!

Hva kan vi si om strøm-spenning karakteristikken for lyspæra i programmet? Vi finner at programmet bruker Ohms lov i sin enkleste form; spenningen og strømmen er proporsjonale og resistansen i lyspæra er følgelig konstant (vi kan finne at den er 100 Ω). I virkeligheten er resistansen i lyspæra avhengig av strømstyrken som går gjennom den. Dette tar ikke programmet hensyn til. Til tross for slike forenklinger, er programmet godt egnet til å visualisere og eksperimentere med elektriske kretser.

Hva kan vi si om strøm-spenning karakteristikken for lyspæra i programmet? Vi finner at programmet bruker Ohms lov i sin enkleste form; spenningen og strømmen er proporsjonale og resistansen i lyspæra er følgelig konstant (vi kan finne at den er 100 Ω). I virkeligheten er resistansen i lyspæra avhengig av strømstyrken som går gjennom den. Dette tar ikke programmet hensyn til. Til tross for slike forenklinger, er programmet godt egnet til å visualisere og eksperimentere med elektriske kretser.

3.5 Øvelser

3.5.1 Øvelse 1: Parallellkobling av indikatorlys (lysdiode) og viftemotor

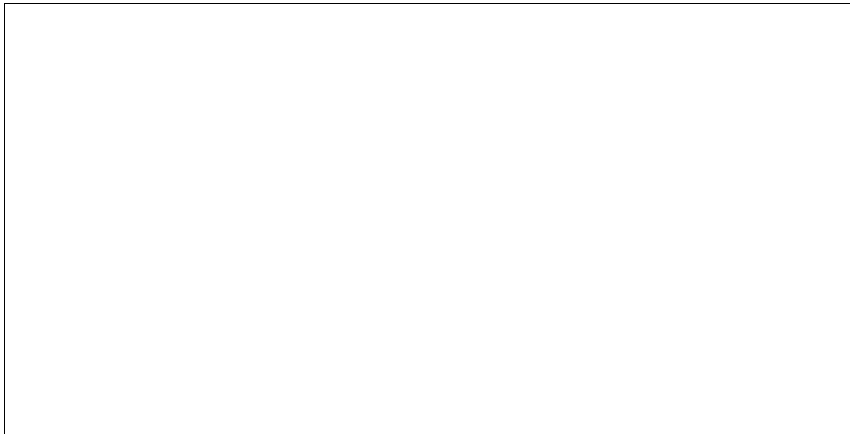
I denne oppgaven skal vi bruke lysdioder som indikatorlys. Fordelene med å bruke lysdioder er at de tilbys i ulike farger og trekker lite strøm. Når vi bruker lysdioder må vi passe på å sette lysdiodene rett vei. Ellers lyser de ikke.

Oppgave 1A:

Det skal kobles opp en "kjøkkenvifte" med en indikatorlampe som lyser rødt når vifta er på. Tegn koblingsskjema og simuler oppkoblingen i simulatoren. Bruk gjerne visualiserte komponenter.

Når en bruker lysdioder må en sørge for å begrense strømmen i dioden. Dioden skal typisk ha 10mA for å gi lys.

Tegn opp koblingsskjema i figuren under.



Figur 25 Koblingsskjema for kjøkkenvifte med lysdiode.

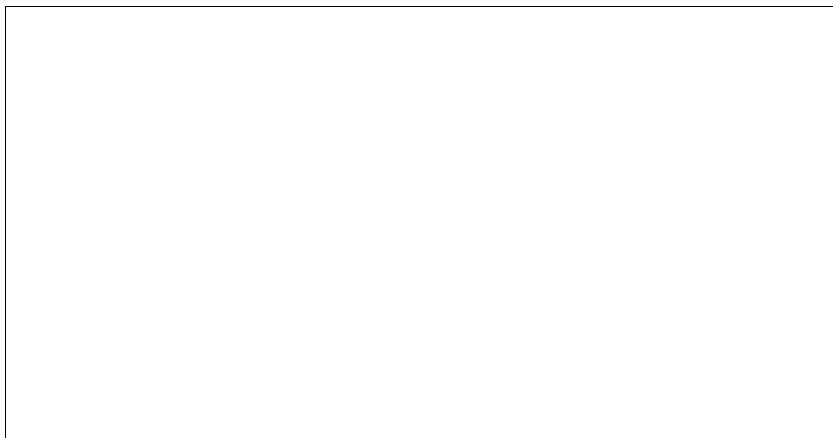
Som regel ønsker en å trekke stekeosen ut av kjøkkenet. Vi kan imidlertid tenke oss at vi ønsker å få ny luft inn på kjøkkenet. Da må vi snu retningen på kjøkkenvifta.

Oppgave 1B:

Endre kretsen foran slik at en kan velge om lufta trekkes inn eller ut av kjøkkenet. Dessuten vil en at det skal lyse en grønn lysdiode når vifta trekker lufta inn. Den røde lysdioden er da slukket.

Dette er en noe mer utfordrende oppgave og vi er nødt til å bringe inn symbolske komponenter da disse har et større utvalg. Det er imidlertid mulig å blande symbolske og tegnede komponenter.

Tegn et forslag til koblingsskjema i figuren under



Figur 26 Koblingsskjema for kjøkkenvifte med rød og grønn lysdiode.

Løsningen på disse to oppgavene finnes i vedlegg B.

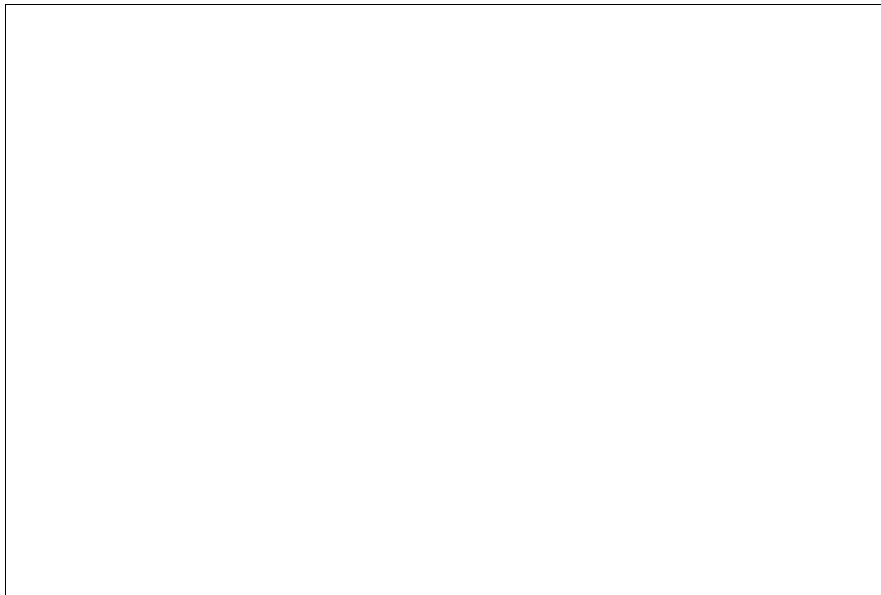
3.5.2 Øvelse 2: Trappelysproblemet

Vi skal i den neste oppgaven se på en annen typisk problemstilling knyttet til installasjon i hus.

Oppgave 2A

I en horisontalt delt tomannsbolig er det en trappeoppgang. I denne oppgangen er ett lyspunkt i første og ett i andre etasje. Begge lyspunktene skal samtidig enten være på eller av. Dersom lyset er av skal det være mulig å slå det på både oppe og nede. Dersom lyset i oppgangen er på skal det være mulig å slå det av både oppe og nede.

Tegn et forslag til koblingsskjema i figuren under.



Figur 27 Koblingsskjema for trappelys problemet.

Oppgave 2B

Oppgaven kan gjøres mer utfordrende ved å si at huset har tre etasjer, alle etasjer med sitt lyspunkt og sin bryter. Alle lampene skal kunne slås av og på ved hjelp av bryteren i hver av etasjene.

Tegn et forslag til koblingsskjema i figuren under.



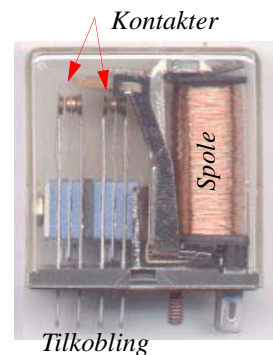
Figur 28 Koblingsskjema for trappelysproblemet med tre etasjer.

I moderne elektriske anlegg løses disse problemene ved bruk av reléer. Et relé er en eller flere brytere som styres av en elektromagnet. Elektromagneten framkommer ved at en leder en strøm gjennom en spole (se figur 29.)

En kan derfor også tenke seg følgende oppgave:

Oppgave 2C

Løs de to oppgavene foran ved hjelp av elektriske trykkbrytere og reléer.



Figur 29 Relé

4 Grunnleggende regler for bruk av elektriske apparater i bolighus

Dette kapitlet må betraktes som bakgrunnstoff for læreren.

All installasjon av elektrisk anlegg i bolighus skal utføres av en autorisert elektriker, årsaken er at feil montering av elektrisk anlegg medfører fare for brann og personskade, i værste fall med døden til følge. Likevel kan ufaglærte gjøre enkle ting. Dette kapitlet oppsummerer de viktigste forholdreglene for sikker bruk av elektrisk anlegg.

4.1 Noen enkle regler for å bedre sikkerheten i elektriske anlegg

Hvert år er det omtrent 20 000 branner i Norge, 8000 av disse skyldes trolig feil ved det elektriske anlegget.

Vanligste feil ved elektrisk anlegg:

Følgende feil finnes oftest av elektrisitetstilsynet:

- Det er satt opp lysstoffrør med stikkontakt over kjøkkenbenk. Jording er utelatt. Installasjonen er gjort av amatører.
- Lamper og stikkontakter er montert på badetrom. Jording og jordfeilbryter¹ er utelatt.
- Overdreven bruk av skjøteledninger. I enkelte kjellere er hele det elektriske anlegget basert på skjøteledninger.
- Uttørking av isolasjon på lampeledninger. Isolasjon og armatur er oppsmuldret pga. av elde eller bruk av for sterke pærer.
- Stikkontakter eller pluggen som gir dårlig kontakt. Kan vise seg som brunsvidd kontakt eller lamper som blinker pga. dårlig kontakt.
- Veggovner på kjøkkenet mangler jording. Ovn beregnet på stue eller soverom benyttet på kjøkken eller i våtrom.
- Ledning til motorvarmer henger ut av kjellervindu eller ligger på bakken med spenningen på når den ikke er i bruk. Farlig for barn som leker. Dessuten skal kontakter som er montert under to meter over bakken ha jordfeilbryter.
- Varmgang i en eller flere sikringer.
- Det elektriske anlegget har dårlig elektrisk jordforbindelse.

Årsaker til brann pga. av elektrisk anlegg

Listen under gjengir de vanligste årsakene til brann i elektriske anlegg:

- Tørrkoking på komfyr.

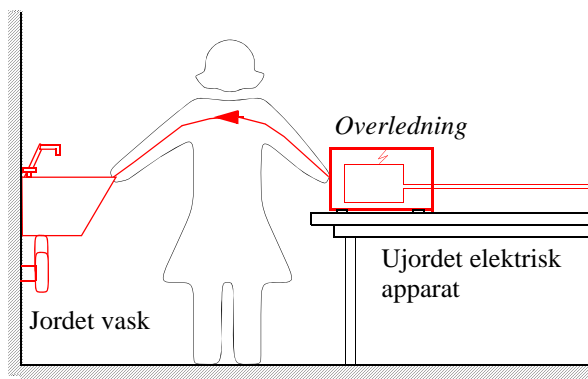
1. En jordfeilbryter vil bryte strømmen i en kurs dersom det oppstår lekkasjestrømmer fra de elektriske ledningene til jord.

- Kjøkkenventilator som ikke er rengjort.
- Fjernsynsapparater som står på standby.
- Løse lamper og ovner på barnerom.
- Tilsmussede lofilter i tørketrommel.
- Arbeidslamper som ikke brukes i henhold til forskriftene
- Overbundene sikringer, dvs. at sikringer som er gått “repareres” ved at det legges en ledning på utsiden av sikringen.
- Feil i termostater (f.eks. strykjern, vaffeljern, vannkoker o.l.) - trekk ut støpselet!
- Klær som tørkes over varmeovn.
- Varmeputer som blir liggende påslått i senga.
- Kabel på kabelrull som ikke er rullet ut under bruk.
- Veggovner som ikke er skikkelig fastskrudd og løsner fra veggen.
- Sekkestoler som blir liggene på gulv med gulvvarme.
Slike stoler isolerer slik at varmen fra gulvet ikke slipper bort. Resultatet er overoppheting og fare for brann.
- Feil bruk av elektriske apparater.

Jording og bruk av jordfeilbryter

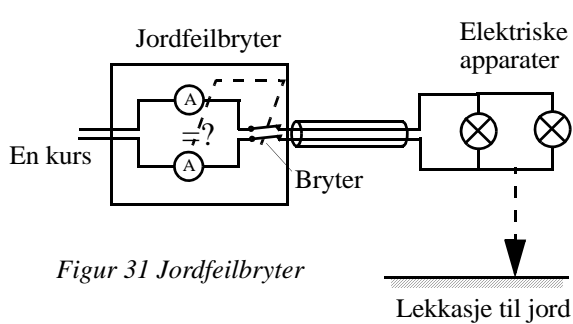
Jording av elektriske apparater er viktig for å hindre fare for elektriske støt.

Elektriske apparater med metallkabinett eller ledende overflate kan bli strømførende ved overledning. Dersom apparatet er jordnet vil overledningen føre til en strøm til jord. Dersom apparatet ikke er jordnet, vil det være en fare for omgivelsene. Dette er spesielt farlig i våtrom da kroppen lett kan skape forbindelse mellom jordnet vask e.l. og det ujordete apparatet. I slike tilfeller vil strømmen gå gjennom kroppen og til jord, og kan i værste fall medføre død.



Figur 30 Manglende jording kan føre til elektrisk støt, i værste fall med døden til følge.

Denne faren er sterkt redusert dersom apparatet er jordet. En jordfeilbryter vil dessuten oppfange feilen og koble ut kursen hvor feilen har oppstått. Feilen kan dermed finnes og utbedres.



Figur 31 Jordfeilbryter

Jordfeilbryteren måler strøm sendt ut på kursen og sammenligner med strømmen som kommer tilbake. Om denne ikke er lik, tolkes dette som at en del av strømmen er gått til jord og jordfeilbryteren bryter kursen.

5 Elektriske installasjoner i “modellhus”

I dette kapittelet skal vi gå gjennom oppkobling av elektriske anlegg på monteringsbrett. Opplegget bygger på kapittel 4.1 i boka BOLIGabc hefte 2¹. Øvingsoppgavene er hentet fra BOLIGabc i tillegg til at noen av figurene og tekstene er hentet derfra.

Kapittelet er ment som en støtte under arbeidet med modelloppkoblingen. Løsrevet fra laboratorieoppgaven vil kapittelet virke tørt og kjedelig. Likevel vil det gi en viss forståelse for laboratorieoppgavens innhold.

5.1 Mål

Målsetningen med denne aktiviteten kan sammenfattes i følgende punkter:

Elevene skal etter øvelsen:

- kunne noen sentrale el-symboler slik at de kan lese et kablingsskjema. Dessuten skal de være i istand til å utarbeide og følge et enkelt kretsskjema under montering.
- kunne utføre et praktisk arbeidet med å montere forskjellige typer elektrisk utstyr i en modellleilighet.
- kunne bruke loddebolt og tinn for å koble sammen elektriske ledninger og bedømme om loddingen er tilfredstillende. Se forøvrig mini loddekurs avsnitt 5.9.
- kunne lokalisere feil som måtte oppstå og rette dem.
- vite hva seriekopling og parallellkopling er.
- kjenne noen sentrale begreper fra el-læra: spenning, strøm, motstand, og effekt, og kjenne de enhetene de måles med.
- kjenne ulike komponenter som brytere, motorer, lamper, motstander og eventuelt lysdioder, og hvordan disse brukes i en krets.

5.2 Noen innledende betraktninger

Erfaringer har vist at det er store forskjeller for hvor mye loddeerfaring den enkelte har. Installasjonen blir dessuten lett et “skjurreir” som er dårlig egnet som pedagogisk forbilde. Vi foreslår derfor følgende:

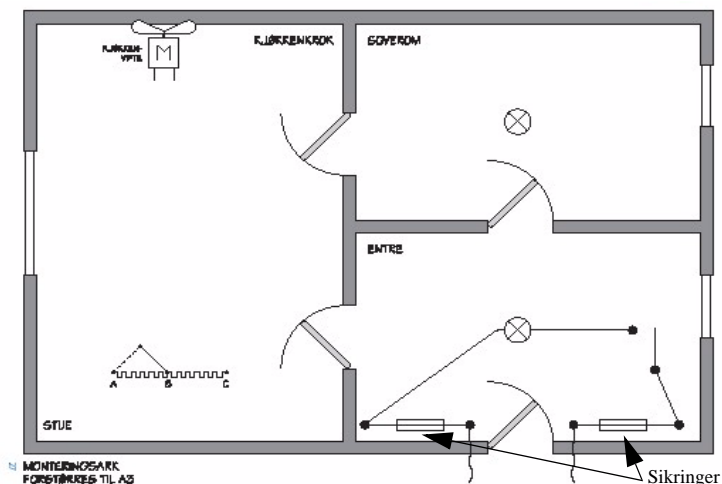
- Gå gjennom oppgaven med elevene og presiser at det ikke er noe mål å fullføre alle installasjonene. Det er viktigere å være nøye og ta den tida de trenger.
- Presiser at elektrikere er nøye med at ledninger og installasjoner legges pent slik at de ikke skal skjemme ut resten av rommet. De legger ofte ledninger i rette vinkler, langs kroker og hjørnelister slik at ledningene ikke skal vises så godt.

1. Opprinnelig er dette opplegget utarbeidet av Runar Baune ved Hovseter skole. Opplegget refereres med tillatelse av forfatter.

- Gjennomfør et enkelt loddekurs. Dette kan gjøres i forbindelse med installasjonen i entréen. Alle ledninger festes lett til spikerne før lodding utføres. Dette er på godt og ont. Når ledningene er festet før loddingen, kan en lodde i ro og mak. Imidlertid er det vanskeligere å løsne en ledning som er godt surret fast på forhånd. Det kan være fornuftig å oppmuntre dem til å hjelpe hverandre å holde. Noen utsteder også "loddessertifikat" ved tilfredstillende gjennomført loddekurs.
- Det må settes av rikelig med tid for denne oppgaven for at det de gjør skal bli skikkelig. Gjør heller noe mindre, men gjør det nøyaktig.

5.3 Byggeaktivitet

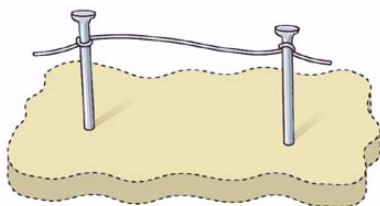
Monteringsplansjen (A3) settes fast på en treplate (40x30cm) hvor det er relativt lett å slå i spiker. Hobbyplank er dyrt, men godt og arbeide med. Fiberplater er billige, men spiker fester ikke like godt. Monteringsplata viser nå et grunnriss over en liten leilighet hvor monteringen skal utføres (se figur 32). Vi har altså valgt å montere utstyret på et separat plate og ikke i et ordentlig modellhus. Grunnen er at vi ønsker å ha fokus rettet mot det elektrotekniske og ikke mot de praktiske utfordringene en vil få ved å skulle foreta monteringen inne i et modellhus.



Figur 32 Monteringsplate.

5.3.1 Monter sikringer

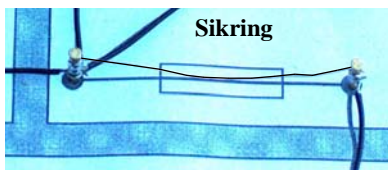
Dersom det oppstår en feil i det elektriske anlegget slik at det går urimelig stor strøm, så skal tråden inne i sikringen brenne av før ledningene inne i veggene brenner opp. På denne måten hindres brann. Det er derfor svært viktig at det er samsvar mellom dimensjonen på ledningene i en elektrisk kurs og størrelsen på sikringen.



Legg merke til at det er to sikringer, en i hver ledning. La elevene tenke gjennom hvorfor det kan være nødvendig med to sikringer og ikke bare en. En skulle jo tro at det var tilstrekkelig å bryte den ene ledningen i kretsen for å hindre strømmen i å gå.

Sikringen skal være i entréen. I entréen er strømkretsen tegnet opp med symboler. Begynn med å sette fast stiftene. De skal stikke 10 - 12 mm opp over plata for at

de skal kunne tjene som loddepunkter. Sikringenstråden legges mellom stiftene.



Figur 33 Montering av sikring.

a) **Monter sikringen.** Vi skal bruke en tynn uisolert koppertråd som sikring - festet mellom to stifter som er slått ned i plata. Start med å montere tråden over symbolet for sikringen. Surr koppertråden noen ganger rundt de to messingstiftene.

b) **Ledningene loddes** ved alle fire stiftene *slik at det blir god elektrisk kontakt*. Pass på å holde den varme loddebolten inntil ledningen/stiften (*loddepunktet*) slik at

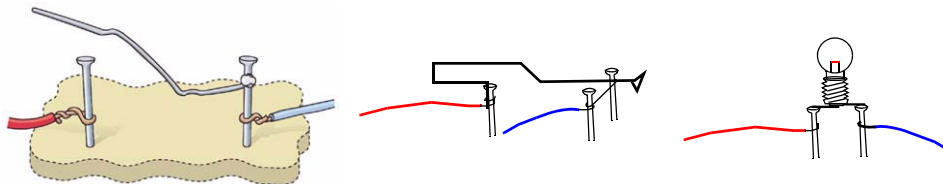
disse blir skikkelig varme. Loddetinet skal smelte når det berører selve stiften/ledningen. En vanlig feil ved lodding er at loddetinet først smeltes mot selve loddebolten. Da oppdager man at tinnet ikke vil feste seg til det kalde loddepunktet. Loddetinet skal påføres det oppvarmede loddestedet. Se loddekurset i avsnitt 5.9.

c) **Test sikringen** ved å holde et 4,5 volts batteri (flat type) direkte mot stiftene og send strøm gjennom koppertråden. Du vil da se at den smelter av og bryter strømmen. Kretsen blir brutt.

Kommentar: Ved bruk av 4,5V er det vanskelig å finne tynne nok ledninger som brenner av ved kortslutning av batteriet. Det nærmeste vi er kommet, er bruk av enkeltkordeller fra en flertrådsleder (lisse).

5.3.2 Monter lys med bryter i entréen

a) Studer pæra og pæreholderen og lokaliser de to polene. La elevene beskrive hvordan den elektriske strømmen går gjennom sokkelen og inn og ut av lyspæra.



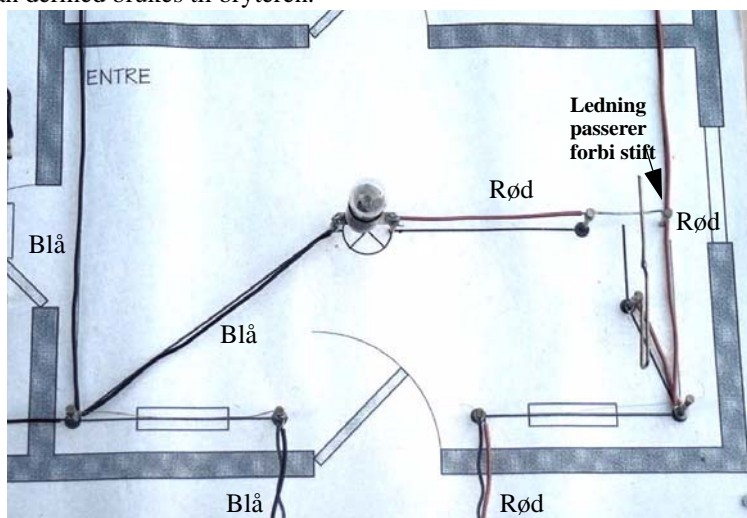
Figur 34 Montering av bryter og pæreholder

Monter først pæreholderen på to messingstifter i entreen. Klipp ledninger med avbitertanga i passende lengder mellom messingstiftene. Ta av ca. en centimeter av isolasjonen i begge ender med avisoleringstang og surr de blanke endene rundt stiftene.

Fest de andre ledningene på samme måte. Alle ledningene bør være på plass før du går i gang med loddingen.

b) Så lager du bryteren. Dette kan gjøres på forskjellig måte ved hjelp av en binders som vist i figur 34.

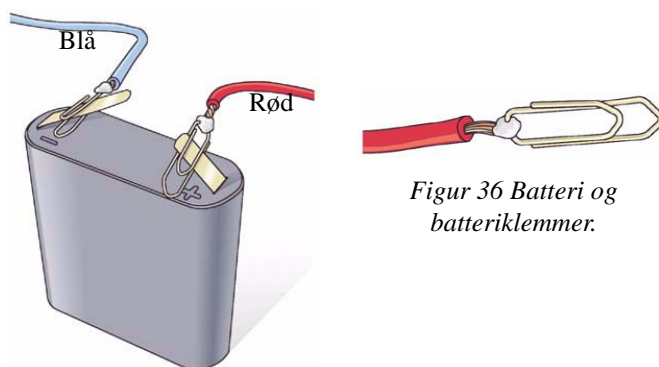
På bildet under har vi latt den røde ledningen til høyre passere stiften uten elektrisk tilkobling. De to stiftene kan dermed brukes til bryteren.



Figur 35 Montering av elektrisk anlegg i entreen.

5.4 Koble til batteriet

Lodd en binders til de to ledningene fra “sikringsskapet”. Bindersene brukes som klips til å feste ledningene til polene på batteriet, som er vårt “E-verk”.



Figur 36 Batteri og batteriklemmer.

Lodding:

Ledningene loddes ved alle stiftene og til polene på pæreholderen *slik at det blir god elektrisk kontakt*. Pass på å holde den varme loddebolten inntil ledningen/stiften (*loddepunktet*) slik at disse blir skikkelig varme. Loddetinnet skal smelte når det berører selve stiften/ledningen. Se loddekurset i avsnitt 5.9.

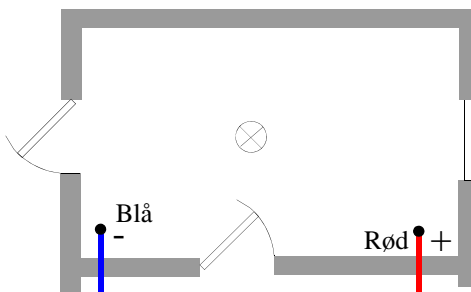
5.5 Lys med bryter på soverom

Nå fortsetter vi med lyspære i soverommet. Også den skal ha bryter. Men her må elvene selv først tenke ut løsningen og tegne opp koplingen på monteringsplata..

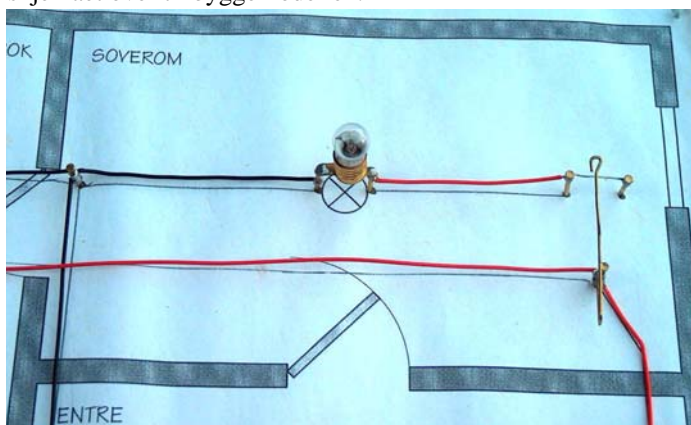
Lag en skisse av koblingen i soverommet i figuren til høyre.

Kravet er at de to pærene skal kunne **tennes og slukkes uavhengig av hverandre**. Når de har tegnet et forslag til løsning av denne kretsen, må de kunne forklare hvordan strømmen skal gå.

Deretter tegnes skjemaet over til byggemodellen.



Figur 37 Tegn koblingsskjema i soverom.



Figur 38 Montering av elektrisk anlegg i soverommet.

Figuren over viser oppkoblingen i soverommet. De horisontale ledningene fører strømmen videre til "kjøkkenet" til venstre.

5.6 Kjøkkenvifte med bryter

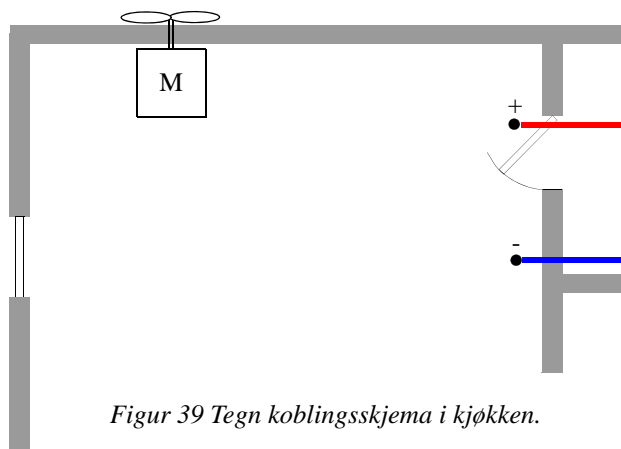
I kjøkkenkroken skal det monteres en kjøkkenvifte. Det skal lages en propell av en tynn pappbit som festes til akslingen til motoren. Motoren kan festes med en bit hullbånd som bøyes rundt - gjerne oppå en kloss - og skrues eller stiftes til monteringsplata.

Kravene vi stiller til kjøkkenvifta er at:

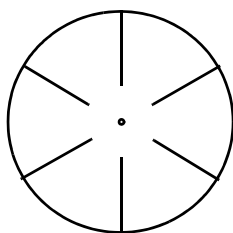
- den skal **blåse lufta ut av kjøkkenet**. Elevene må både passe på måten de vrir propellbladene på og hvordan de kopler polene på motoren.
- vifta skal ha en **bryter**.
- motor og bryter skal koples slik at de er **uavhengig av kretsene i entréen** og i soverommet.

Lag en skisse av oppkoblingen av kjøkkenvifta med bryter på figur 39.

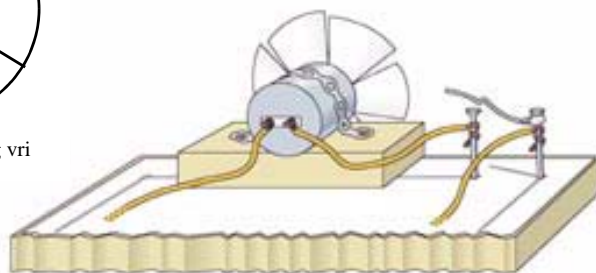
Ledningene kobles til kursen via en bindersbryter. Lysdioden kobles i parallell med viftemotoren etter bryteren.



Figur 39 Tegn koblingsskjema i kjøkkenet.



Klipp ut vingene og vri dem samme vei



Figur 40 Forslag til montering av kjøkkenvifte.

5.7 Kjøkkenvifte med bryter og lysdiode

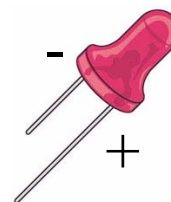
Vi skal nå montere en lysdiode i forbindelse med kjøkkenvifta. Dette kan bli en fin forbedring av kjøkkenvifta. Når vifta er på, lyser lysdioden.

I motsetning til en lyspære må *lysdioden kobles riktig vei* inn i kretsen. Det korte beinet skal alltid være tilsluttet den negative polen på batteriet. Tilsvarende skal det lange beinet alltid være tilkoblet den positive polen. For å begrense strømmen i lysdioden må det kobles inn en 100 Ohms motstand (brun sort brun) i serie med lysdioden. Det spiller ingen rolle på hvilken side av lysdioden motstanden kobles. Det er også likegyldig hvilken vei motstanden kobles.

Gå fram som før:

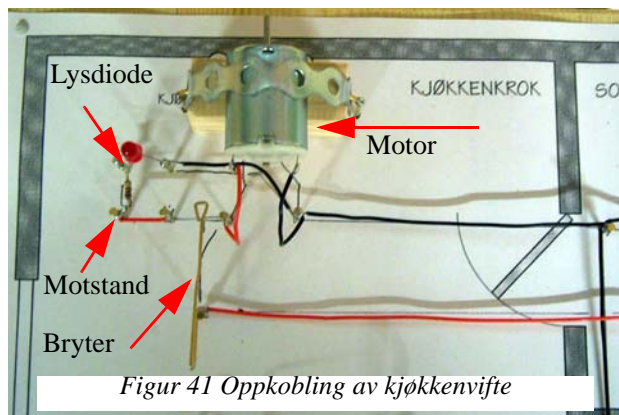
- tegn koplings skjema
- monter og test

Tegn koplingen inn i arbeidsboka (ev. figur 39) når alt virker som det skal.



Har du brukt serie- eller parallellkopling? Forklar koplingen.

Figuren til høyre viser en mulig måte å koble opp kjøkkenvifta med lysdiode på.



5.8 Totrinns varmeovn med termostat

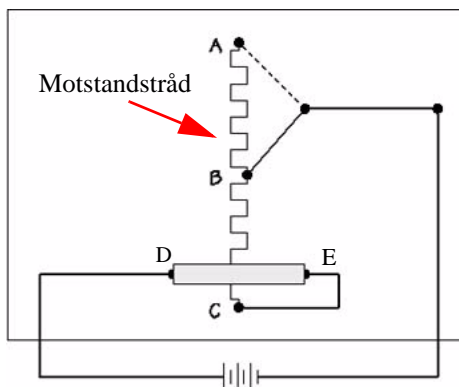
Til varmeelement brukes ca. 15 cm av en motstandstråd av *konstantan*. Når det går strøm gjennom tråden, blir den varm. Denne egenskapen utnyttes som varmeelement i ovnen.

Motstandstråden vikles rundt en tynn skrutrekker - til en spiral og loddes fast til tre messingstifter kalt A, B og C. En stift i hver ende og en på midten. La det være ca. 5 cm mellom de ytterste stiftene A og C.

Monter en ca. 4 cm *bimetallfjær* på tvers av glødetråden nær punktet C. Fjæra legges på toppen av to stifter (D og E) som er slått ned i monteringsplata. Teksten på bimetallfjæra skal vende opp. Den loddes fast på den ene siden og ligger mot stiftene på den andre.

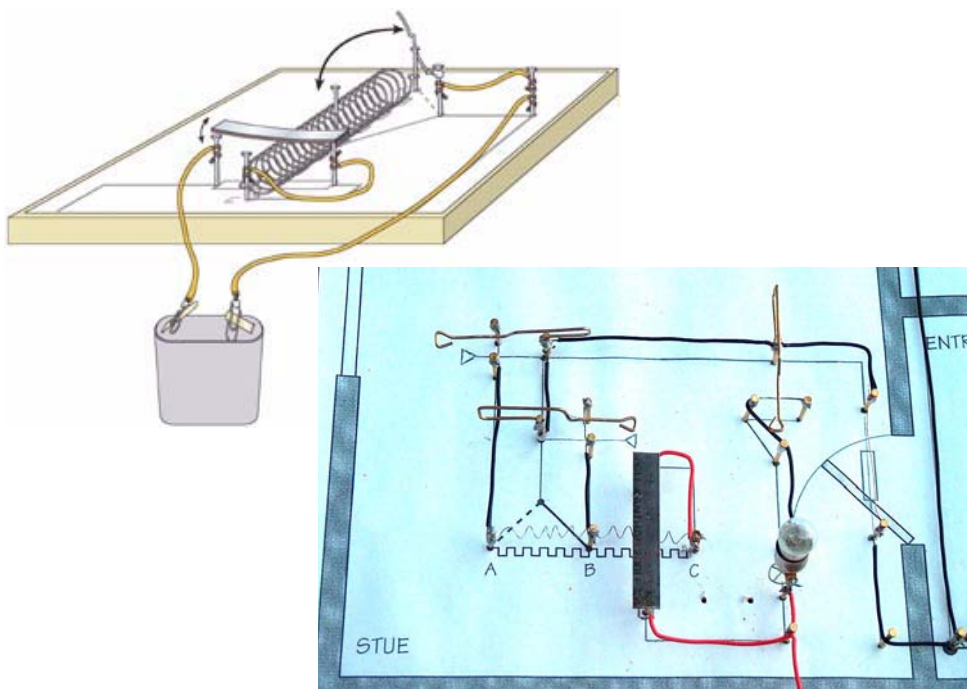
Kommentar: Når du varmer opp bimetallfjæra med loddebolten, vil den bøyes opp. Dersom fjæra berører begge stiftene (D og E) i oppvarmet tilstand, vil den i avkjølet tilstand bli

presset hardt ned mot stiftene D og E. Dersom dette er tilfelle, vil varmeelementet under fjæra ha problemer med å varme opp fjæra tilstrekkelig slik at den bryter kretsen. Fjæra bør derfor festes ved at den varmes opp i flere omganger, hvor stramningen justeres slik at den ligger akkurat ned til spikeren ved E i avkjølt stilling.



Figur 42 Koblingskjema for tottrinns varmeovn.

Lag varmeovnen med termostat.



Figur 43 Oppkobling av totrinns varmeovn.

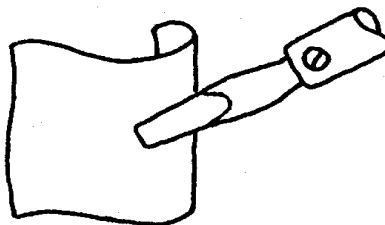
Figur 43 viser hvordan den termostatstyrte ovnen kan kobles opp på monteringsplata.

Forsøk å finn en måte å koble inn en lysdiode i kretsen som lyser når termostaten er innkoblet, men slukker når den er utkoblet. Hvorfor er det motsatte enklere?

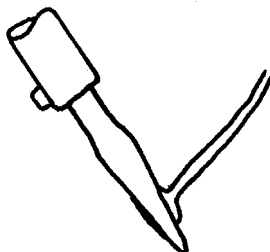
5.9 Loddekurs

Før vi lodder fast komponentene kan det være greit å se litt på hvordan vi utfører en god lodding. Dersom loddingene ikke blir gode nok, kan vi lett risikere at ingenting virker som det skal.

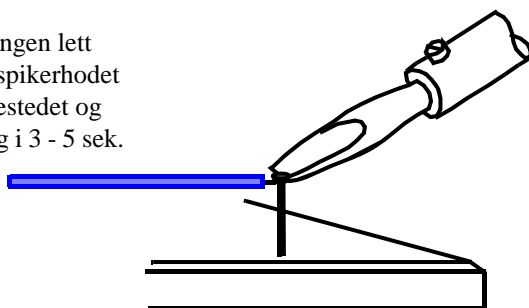
1. Se til at loddebolten er ren for loddesslagg.
Tørk av spissen med en fuktig klut mens den er varm.



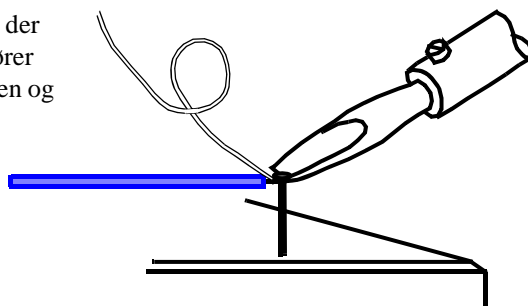
2. Etter at loddebolten er rengjort, fortinnes begge sider med litt tinn. Dette er kun for å beskytte loddebolten mot korrosjon og for å gi bedre varmeledning til loddestedet.



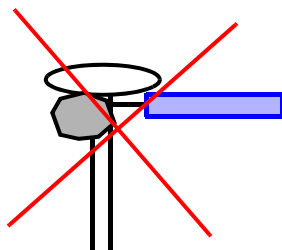
3. Fest ledningen lett opp under spikerhodet og varm opp loddestedet og ledningen samtidig i 3 - 5 sek.



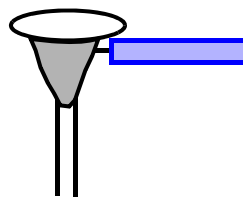
4. Tilfør loddetinn der loddebolten berører spikeren og ledningen og **ikke på loddebolten.**



5. Se til at loddingen ikke er en kaldlodding. For at loddingen skal være god, bør loddetinnet ha flytt utover.



Kald lodding



God lodding

Etter at komponentene er loddet fast, kan bena som er for lange klippes av inntil loddingen med en avbitertang.

DEL II

**GRUNNLEGGENDE ELEKTRONIKK,
ROBOTER OG SENSORER**

I del II av boka vil vi omtale følgende tema:

- **Kapittel 6** *Noen elektroniske komponenter, en fenomenologisk tilnærming*
Kapittelet forklarer virkemåten til noen sentrale elektronikkomponenter (resistoren, transistoren og dioden/lysdioden). Forklaringene er bekrivende og fenomenologiske, og ikke matematiske.
- **Kapittel 7** *En verden av roboter*
Kapittelet viser eksempler på hverdagsroboter, og peker på det faktum at vi omgir oss med en rekke hjelpemidler som kan karakteriseres som roboter. Kapittelet gir også en grunnleggende definisjon av roboter og eksempler på inn- og utgangsenheter.
- **Kapittel 8** *Hvordan virker de vanligste sensorene?*
Kapittelet gir en kort innføring hvordan de vanligste sensorene fungerer: IR-sensor (Infra-Rød), røykvarsler, lyssensor og temperatursensor. Disse er inngangsenheter til roboter.
- **Kapittel 9** *Bygging av en enkel sensor (detektor).*
Kapittelet viser hvordan vi med noen grunnleggende elektroniske komponenter kan bygge en enkel fuktighetssensor eller detektor. Det blir også vist hvordan fuktighetssensoren kan gjøres om til en lyssensor.

6 Noen elektroniske komponenter, en fenomenologisk tilnærming

I dette kapittelet skal vi se nærmere på hvordan resistanser, dioder og transistorer virker. Tilnærmingen er fenomenologisk, dvs. matematikken er omtrent fraværende. Men la oss først se hva som skiller *elektronikk* fra *elektroteknikk* og *elektrisitetstlære*.

6.1 Elektronikk, elektroteknikk og elektrisitetstlære. Hva er forskjellen?

Det er mange begreper å holde styr på. Innledningsvis skal vi dra opp skillelinjene mellom begrepene elektroteknikk og elektronikk. Videre kan det også være greit å klarlegge hva som ligger i begrepet elektrisitetstlære. La oss ta det siste først:

Elektrisitetstlære (el-lære)

er, i sin grunnleggende form, læren om begreper som strøm og spenning, effekt og energi i elektriske kretser, samt måling av disse størrelsene. Elektrisitetstlære omhandler lover som styrer strøm og spenningsfordelingen i kretsene, eksempelvis Ohms lov, Kirchoffs strøm- og spenningslover o.l.. Ofte inkluderer el-lære parallell- og seriekobling av enkle krets-elementer (ledere, isolatorer, batteri, brytere, lyspærer o.l.).

Når vi skal definere begrepene elektroteknikk og elektronikk må vi være klar over at disse griper inn i hveandre og delvis overlapper. En må derfor betrakte definisjonene under som veiledende og ikke absolutte.

Elektroteknikk

omhandler hovedsakelig elektrisitet benyttet i forbindelse med energioverføring slik som generatorer (vann- og vindenergi o.a.), transformatorer, kraftlinjer, fordelingsanlegg o.l. I tillegg omfatter den elektriske komponenter brukt til framdrift (motorer), elektrisk belysning

(lyspærer, lysstoffrør o.l.) og oppvarming (varmeovner). Elektroteknikken behandler seg derfor i stor grad med spenninger over 50V og store effekter. Også måling av effekt og energi, strøm og spenning omfattes av elektroteknikken. En viktig del av dette fagområdet er også kraftoverføring og bruk av tre-faseteknologi.

Elektronikk

er primært brukt i forbindelse med styresystemer (roboter, automater), overvåkningsystemer (alarmanlegg, overvåking, satellitter), kommunikasjonssystemer (TV-, radio, kringkasting, mobilkommunikasjon, telefon, telefonsentraler, datanett, satellitter), informasjonsbehandling (regnemaskiner, datamaskiner, lagring av data o.l.), kontormaskiner (kopimaskiner), hjelpemidler i hjemmet (videospillere, DVD-maskiner, spill osv.). Elektronikken omhandler dessuten elektroniske komponenter som kan forsterke og behandle signaler (transistorer, dioder, integrerte kretser, mikroprosessorer og kontrollere). Men også resistorer, kondensatorer og spoler brukes mye. Som oftest benyttes spenningsnivåer under 50V og strømmene forsøkes redusert til et minimum. Raske endringer i strømmen og spenninger er ofte av stor betydning (raske PC'er, bredbånd, bruk av mikrobølger ved overføring av informasjon o.l.).

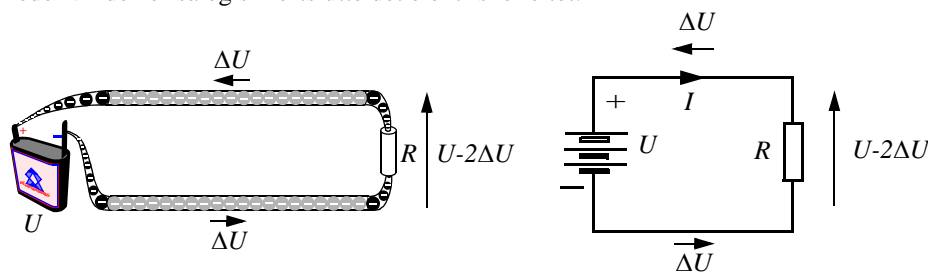
6.2 Komponenter brukt i elektronikken

I dette avsnittet skal vi gi en kort beskrivelse av virkemåten til de tre viktigste komponentene som brukes innen elektronikken: *Resistoren* (motstanden), *dioden* og *transistoren*.

6.2.1 Resistorer

Vi har tidligere nevnt at det i en **elektrisk leder** finnes mange frie ladninger (elektroner), som lett lar seg flytte av et elektrisk felt. I en **resistor** er elektronene tettere bundet til atomkjernene og lar seg ikke så lett flytte.

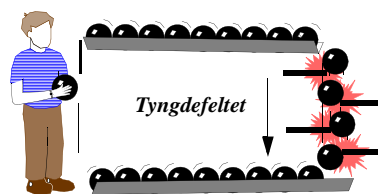
La oss ta utgangspunkt i en enkel elektrisk krets med et batteri, en resistor, R , og to ledninger. Batterispenningen er U , i følge Kirchoffs andre lov vil summen av potensialforskjellene (spenningsfeltet) langs en sluttet krets alltid bli lik null. Mesteparten av spenningsfeltet blir derfor liggende over resistoren, mens en liten rest, $2\Delta U$, ligger fordelt langs ledningene. En god elektrisk leder vil derfor så og si kortslutte det elektriske feltet.



Figur 44 Fordeling av det elektriske feltet, U , i en enkel sluttet krets.

Vi har tidligere funnet ut at det er det elektriske feltet som driver elektronene framover. En skulle derfor tro at elektronene hadde problemer med å komme seg fram langs ledningene siden feltet i disse er så svakt, mens de i resistansen skulle få stor fart da feltet her er mye sterkere.

Dette er også riktig, men siden elektronene møter liten motstand i ledningene, vil de, på tross av at feltet er svakt, kunne akselerere over lengre strekninger uten sammenstøt. I resistansen derimot vil de møte større motstand og sammenstøtene vil være hyppige. På tross av at de stadig bremses opp på grunn av sammenstøt, vil de raskt gjenvinne stor hastighet på grunn av det sterke feltet. I sammenstøtene vil de avgi energi og resistoren blir varm.

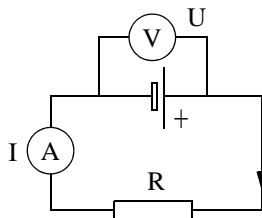


Figur 45 Kulene møter motstand i fallet

Vi husker analogien med kulene som faller i tyngdefeltet. I figur 45 er det lagt inn sperrer som hindrer kulene i fallet. På den måten vil analogien ligne litt mer på en strømkrets med en resistor. Kulene vil som elektronene avgi energi i fallet.

Resistorer kan øve ulik motstand i kretsen avhengig av motstandens resistans. En resistor med høy resistans vil øve stor motstand og strømmen vil bli liten. En resistor med lav resistans vil øve liten motstand og strømmen vil bli større.

La oss se på en lukket krets som består av et batteri med en spenning U og en resistor med verdi R



Figur 46 Måling av strøm (I) og spenning (U) i en sluttet krets med resistor og batteri.

Dersom vi holder spenningen (U) konstant og varierer resistansen (R) vil vi erfare at strømmen (I) varierer omvendt proporsjonalt med resistansen ($I = U \frac{1}{R}$).

Vi kunne også ha holdt resistansen konstant og variert spenningen. Da ville strømmen ha variert proporsjonalt med spenningen med R som proporsjonalitetskonstant ($I = \frac{1}{R} U$).

Disse proporsjonalitetene beskrives av **Ohms lov**.

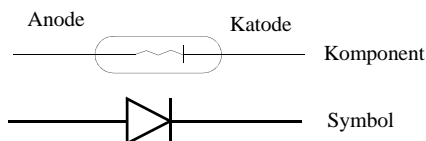
$$U = R \cdot I \tag{6.1}$$

Ohms lov, som er en av de viktigste lovene i elektrisitetens læra, beskriver sammenhengen mellom strøm og spenning i en krets som inneholder resistanser. Resistorer er viktige komponenter i elektroniske kretser. De brukes til å begrense strømmen og til å lage spenningsdelere som gjør at f.eks. transistorer får riktig spenning på sine terminaler (bein).

I elektrisitetsforsyningen brukes dessuten resistorer i varmeovner for å omdanne elektrisk energi til varmeenergi.

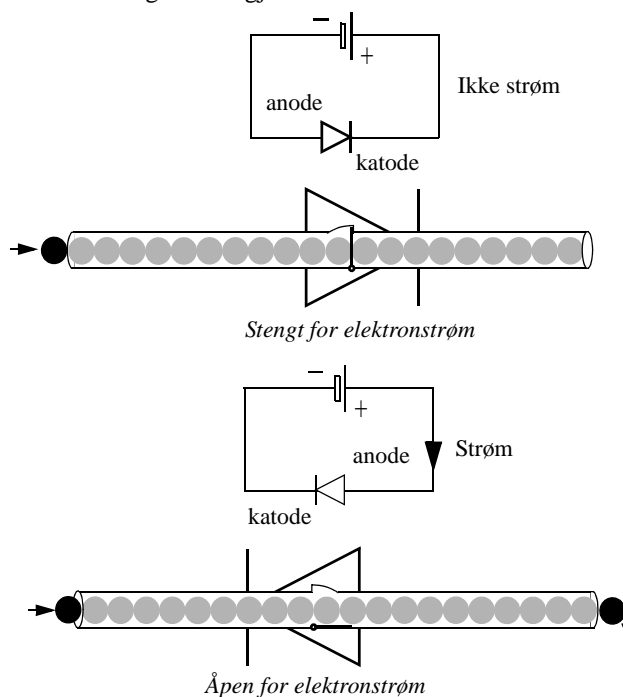
6.2.2 Dioden som systemkomponent

Dioden har to terminaler (bein) som navnet sier (*di* betyr to), en **katode** og en **anode**.



Figur 47 Diode

Dioden er en komponent som leder strøm den ene veien og omtrent ingen strøm den andre veien. Dersom vi kobler batteriets positive pol til anoden og negative pol til katoden, vil dioden lede strøm. Kobler vi batteriet omvendt vil det ikke gå strøm gjennom dioden.

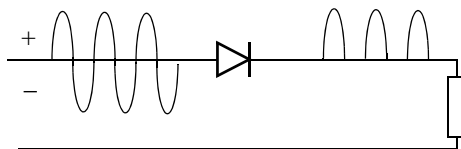


Figur 48 Dioden leder strøm en vei og sperrer den andre.

Dioder brukes f.eks. til å *likerette* vekselspanning.

Spenningen slik vi får den levert fra strømmettet i stikkkontakten, er en vekselspanning. Dersom vi målte polariteten til spenningen i stikkkontakten ville vi se at den endret polaritet (retning) 100 ganger i sekundet. Eller den gikk fra å være positiv til være negativ og tilbake igjen 50 ganger i sekundet.

Når vi skal bruke elektriske spenninger til elektronikk, f.eks. i en radio, så trenger vi *likespenning*. Når spenningen har samme retning hele tiden kaller vi den en likespenning. Ved hjelp av dioder kan vi omforme en vekselspenning til en likespenning.

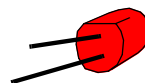


Figur 49 Dioder brukes til å likerette spenninger.

I riktig gamle dager, i radioens barndom, ble dioder brukt i *krystallapparater*. Dioden er også senere vært en viktig komponent i radio- og kommunikasjonsteknikk.

Lysdioden

Når elektronene passerer gjennom dioden gir de fra seg noe av energien sin, dette skjer når et elektron faller ned på en ledig plass i gitteret. Vi husker at elektroner bare kunne oppta og avgir energi i spesielle mengder. Lysdioder er laget slik at dioden avgir denne energien som synlig lys. Fargen på lyset bestemmes av hvor mye energi elektronene avgir idet de faller på plass i gitteret. Enkelte dioder avgir også "lys" i det usynlige området av frekvensspekteret. Dette kalles infrarød stråling (IR). Slike IR-dioder brukes f.eks. i fjernkontroller. Ved å variere intensiteten til de utsendte IR-strålene er det mulig å overføre informasjon fra fjernkontrollen til f.eks. et fjernsynsapparat.



Figur 50 Lysdiode

Lysdioder har ikke glødetråd som blir varm, derfor er lysdioder langt mer driftsikre og har lengre levetid enn lypærer. Dessuten produserer de svært lite varme og er derfor langt mer effektive, dvs. at mye mer av den tilførte energien blir til lys enn hva som er tilfelle for en vanlig lypære, hvor mesteparten går bort i varme. I de senere årene har en også klart å utvikle lysdioder som lyser svært sterkt. Det er derfor blitt mulig å bruke lysdioder i f.eks. trafikklys og sykkellykter.

For å finne ut mer om dette temaet, se nettsiden www.howstuffworks.com og søk på LED (Light Emitting Diode)

6.2.3 Transistoren som systemkomponent

Transistoren ble oppfunnet i 1947 av tre amerikanere. Siden den gang er den tatt i bruk på nær sagt alle områder. Vi finner flere hundre tusen i en mobiltelefon. En moderne datamaskin inneholder flere milliarder transistorer. Videre finner vi transistorer i fjernsyn, radio, biler, videokamera, i leketøy, klokker osv.

Hva er det ved transistoren som gjør den så anvendelig til så mange forskjellige ting?

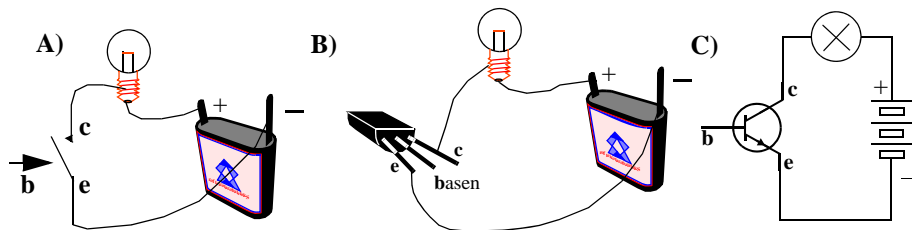
Transistoren brukes hovedsakelig på to måter. Enten til å **forsterke svake elektrisk signaler** eller som **elektrisk strømbryter**. La oss først se på transistoren brukt som bryter.

Transistoren som bryter

Transistoren har tre terminaler (bein). Dersom vi tenker på transistoren som en bryter vil to av terminalene tilsvare de to strømførende ledningene til bryteren (figur 51 A). Lampa vil ikke lyse siden ingen trykker på knappen (b).

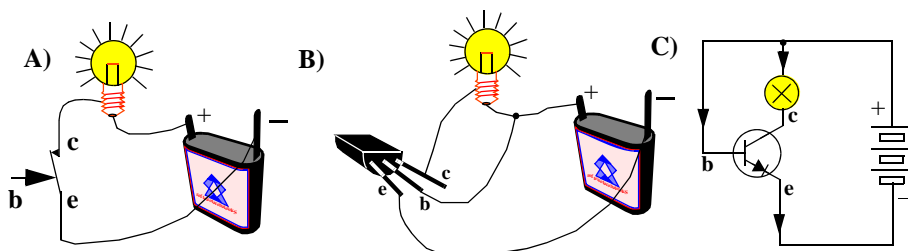
Vi bytter ut bryteren med en transistor (figur 51 B) og ser at pæra fortsatt ikke lyser. Dette skyldes at styreterminalen (**basen**) til transistoren ikke er tilkoblet.

På figur 51 C har vi byttet ut tegningene av transistoren, lyspæra og batteriet med symboler. Vi ser at styreterminalen, **basen**, på transistoren ikke er tilkoblet noe sted og pæra lyser ikke. Transistoren oppfører seg som en åpen bryter som ikke leder strøm.



Figur 51 Transistoren som bryter, av.

Hva får så pæra til å lyse? På figur 52 A) har vi trykket på bryteren slik at vi får en *sluttet* krets, dvs. at det kan gå strøm fra batteriet, gjennom bryteren, lyspæra og tilbake til batteriet, og lyspæra lyser.



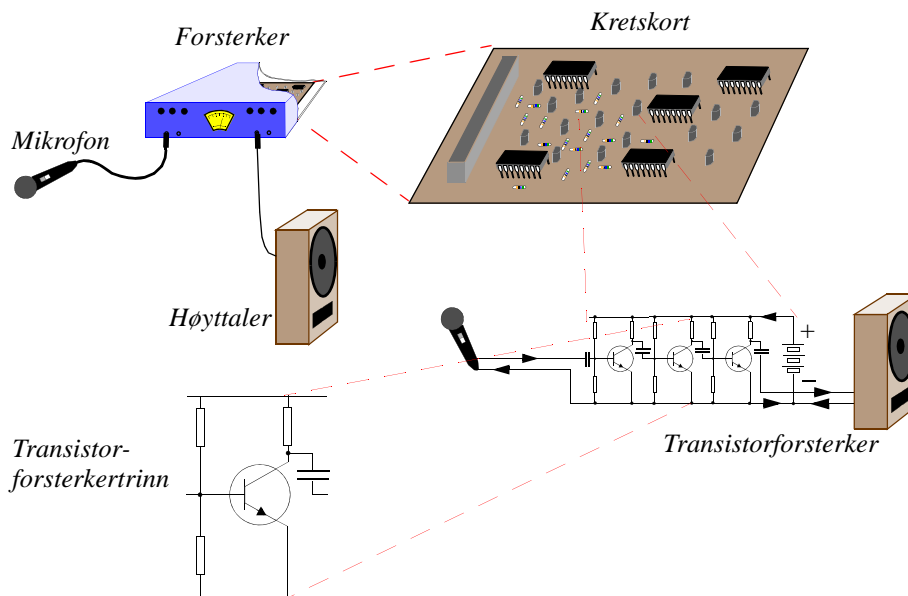
Figur 52 Transistoren som bryter, på.

På figur 52 B) har vi byttet ut bryteren med en transistor. Vi har dessuten ført en ledning fra **basen** (styreterminalen) på transistoren opp til + polen på batteriet. Det som da skjer er at det går en liten strøm fra + polen på batteriet og inn i basen på transistoren. Denne strømmen gjør at transistor-”bryteren” åpner og leder den store strømmen som får lyspæra til å lyse. Den som ser nøye på transistorsymbolet, figur 52 C), ser at det sitter en liten diode mellom basen (b) og emitteren (e). Når vi legger basen til plusspolen på batteriet, begynner dioden å lede strøm. Dette medfører at transistor-”bryteren” åpner og den store strømmen begynner å gå mellom collectoren og emitteren.

I datamaskiner brukes transistoren nesten utelukkende som bryter.

Transistoren som forsterker

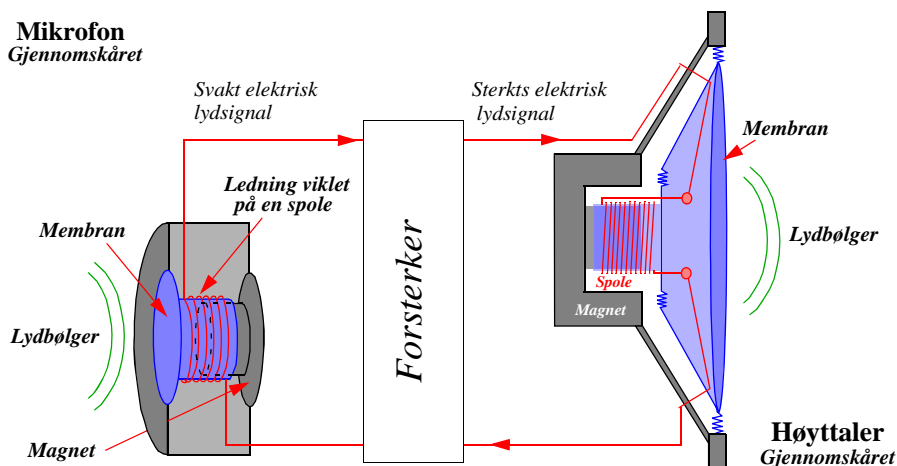
Den andre viktige anvendelsen for transistorer er som signalforsterkere.



Figur 53 Transistoren som forsterker.

De fleste har brukt forsterkere i form av lydforsterkere. Når vi snakker inn i en mikrofon, omdannes lydbølgene til små elektriske strømmer som varierer i takt med lydbølgene. Disse små

strømmene føres gjennom ledninger til en elektronisk forsterker. Forsterkeren forsterker opp de små elektriske strømmene slik at de blir store nok til å drive en høyttaler.



Figur 54 Mikrofonen omdanner lydbølgene til et elektrisk lydsignal. Høyttaleren omdanner det forsterkede elektriske lydsignalet til kraftige lydbølger.

Inne i forsterkeren føres de små elektriske strømmene inn på styreterminalen (basen) til en transistor (figur 53). De små strømmene gjennom basen får en stor strøm til variere i takt med den lille strømmen. Gjøres dette mange ganger etter hverandre vil det elektriske lydsignalet til slutt bli sterkt nok til at det kan drive en høyttaler.

Det er viktig å merke seg at det ikke er den lille strømmen på basen som blir forsterket opp, men at denne styrer en større strøm. Det kan ikke oppstå strøm i transistoren, all strøm må hentes fra batteriet.

Transistoren er den eneste elektroniske byggesteinen som kan virke som (effekt-) forsterker av elektriske signaler. Resistansene, kondensatorene, lysdiodene osv. er komponenter som støtter transistoren slik at den skal være i stand til å virke som forsterker.

6.2.4 Dioden og transistoren, oppbygging og virkemåte

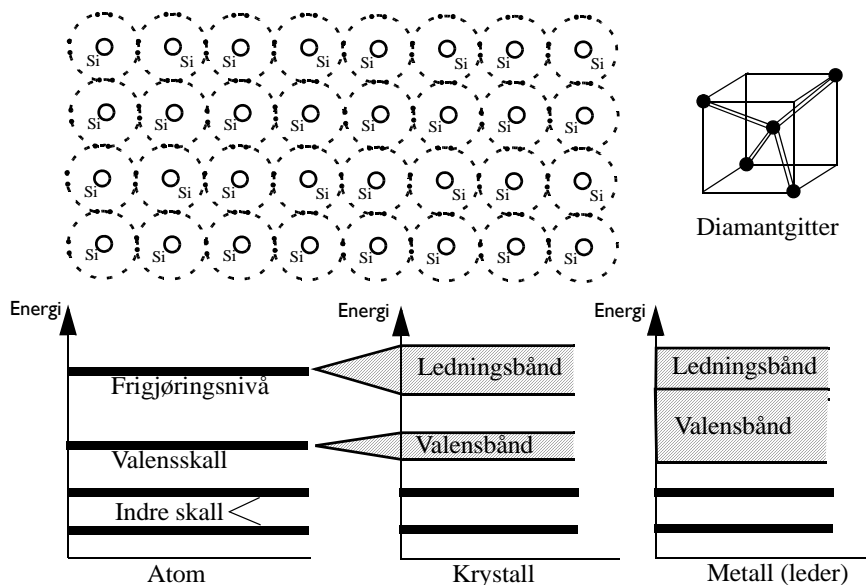
Halvledermaterialer

I 1948 laget tre forskere - **William Shockley** (1910 - 89), **Walter Brattain** (1902 - 87) og **John Bardeen** (1908 - 91) den første transistorlignende komponenten. De var da ansatt ved Bell-laboratoriene i USA. Transistoren besto av en sammenstilling av ulike halvledende¹ materialer. Det er derfor naturlig at vi først finner ut hva som menes med et halvledermateriale

1. Vi kaller materialene halvledere fordi de ikke er ledere som metallene kobber eller aluminium, men heller ikke isolerende som plast eller glass. Se forøvrig faktaruta om PN-overgangen.

Hovedingrediensen i halvledere er silisium. Dette groes i store krystaller som etter hvert skjæres opp i tynne skiver. Silisium er et *fireverdig* atom. Det har 4 elektroner i ytterste skall, dvs. at det mangler 4 elektroner før skallet er fullt. Dette medfører at det lett binder seg til 4 andre silisium atomer i et regelmessig krystallgitter, hvor naboatomene sitter i hjørnene på et tetraeder i et såkalt diamantgitter. Denne bindingen kalles også *kovalent*.

Elektronene i ytterste skall bestemmer hvordan atomet binder seg til andre atomer. Dette skallet kalles derfor valensskallet.



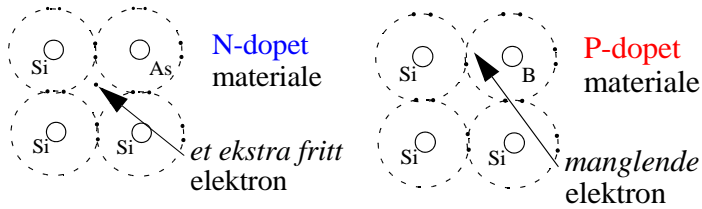
Figur 55 Energinivåer i ulike materialer.

Ved å dele på elektronene klarer alle atomene å få “fylt opp” sine valensskall.

Normalt er elektronene bundet relativt sterkt i sine kovalente bindinger og silisiumkrystallet er derfor isolerende. I et gitter vil valenselektronene kunne innta ulike energinivåer innenfor det såkalte *valensbåndet*. For at et stoff skal bli elektrisk ledende, må energien til elektronene i valensskallet gis tilstrekkelig energi slik at de frigjøres fra atomet og flyttes energimessig ut i *ledningsbåndet*. Dersom vi varmer opp silisiumkrystallen vil stadig flere av elektronene i valensbåndet “sparkes” ut i ledningsbåndet. Materialet blir etterhvert svakt ledende. Etter som elektronene forlater sin plass i gitteret, dannes det “elektronhull” i gitteret samtidig som det er skapes frie elektroner. Normalt vil levetiden for frie elektroner være svært kort, og elektronet faller tilbake i et ledig elektronhull, vi sier at elektronet *rekombinerer*. Antallet frie elektroner vil øke med temperaturen.

I en god leder overlapper ledningsbånd og valensbånd. Elektronene i valensbåndet er derfor delvis frie og vil kunne opptre som ladningsbærere i en elektrisk strøm.

I et halvleder materiale gjøres antall frie elektroner større ved å innføre en forurensning i krystallet. Det er vanlig å forurense med atomer som enten har et elektron *mer* enn silisium i valensskallet (5 verdig (arsen (As) eller fosfor (P))), eller atomer som har et elektron *mindre* i valensskallet (3 verdig (bor (B) eller gallium (Ga))).

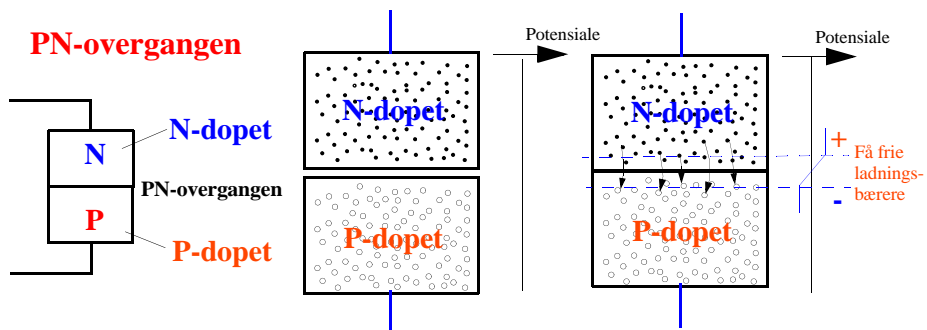


Figur 56 N-dopet og P-dopet materiale.

Forurenses vi silisium med 5-verdige atomer vil vi få et overskudd av elektroner, vi sier at vi har fått et *N-dopet* materiale. Det ekstra elektronet finner ikke noen naturlig plass i gitteret og blir lett et fritt elektron.

Forurenses vi derimot silisium med 3-verdige atomer vil vi få et underskudd av elektroner, dvs. det blir tomme elektronplasser i gitteret, såkalte "hull", og vi sier at vi har fått et *P-dopet* materiale. Slike hull kan flytte seg ved at det fylles av elektroner fra atomer i nærheten.

Å tilføre andre stoffer i krystallgitteret kalles å *dope* eller forurense silisiumkrystallen. Ledningsevenen er avhengig av hvor mange frie elektroner eller hull materialet har, dvs. graden av forurensning.



Figur 57 PN-overgangen.

Når et P-dopet og et N-dopet materiale føres inntill hverandre, vil det "elektronhungerige" P-materiale trekke til seg de frie elektronene i det N-dopete materialet. Siden begge materialene i utgangspunktet er elektrisk nøytrale, vil det etterhvert bygge seg opp en potensialbarriere nær PN-overgangen. Dette vil stoppe flyten av elektroner og hull og det oppstår en ladningsbalanse. Innenfor sjiktet vil det være få frie ladningsbærere, slik at sjiktet vil være en effektiv sperre for ladningsflyt gjennom PN-overgangen.

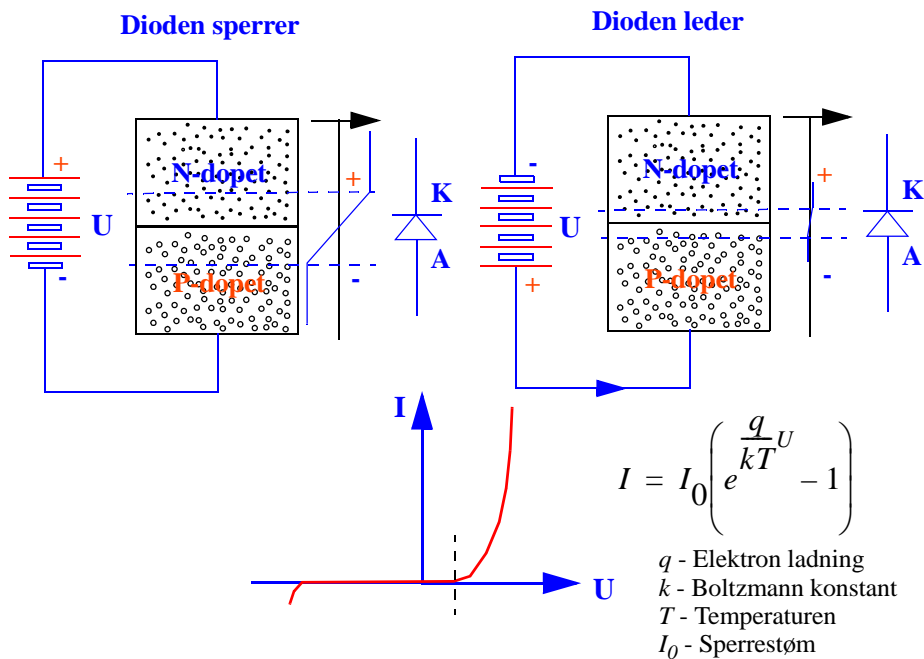
Dioden

Halvlederdioden er en PN-overgang og består av to tynne sjikt av henholdsvis P- og N-dopet materiale. Vi skal nå se på de elektriske egenskapene til dioden.

Når den positive polen på batteriet kobles til N-sjiktet, økes potensialbarrieren, og dioden sperrer. Dvs. det går ingen strøm.

Når den positive polen kobles til P-sjiktet, reduseres bredden på sjiktet. Når spenningen blir større enn ca. 0.5 - 0,6V begynner det å gå strøm i dioden. Økes batterispenningen ytterligere, øker strømmen kraftig. Vi sier at dioden leder.

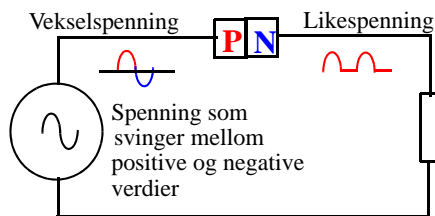
Som vi ser, så leder dioden strøm bare den ene veien.



Figur 58 Diodens virkemåte.

Dersom en diode påtrykkes en **vekselspenning**, som vist på figur 59, vil det bare gå strøm når spenningen er positiv på P-skiktet.

På denne måten kan en diode brukes som *likeretter*. Dvs. at en *vekselspenning* kan gjøres om til en *likespenning*. En kondensator brukes for å glatte spenningen på utgangen.



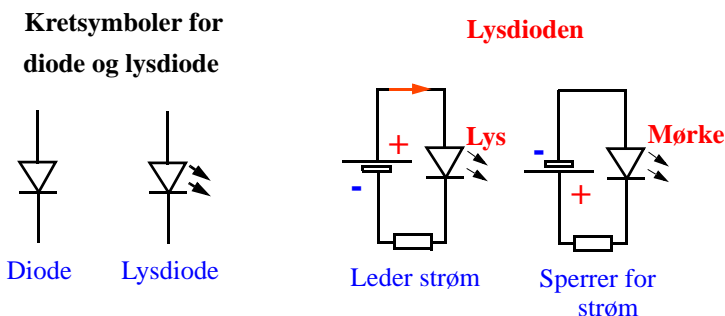
Figur 59 Dioden som likeretter.

Lysdioden

Lysdioden er også en diode. Når det settes spenning på dioden slik at den begynner å lede strøm, vil den akkurat i overgangen mellom de to sjiktene sende ut lys eller *fotoner*. Dette skyldes at elektroner avgir energi som fotoner idet de går fra en energitilstand til en lavere.

For å begrense strømmen i dioden er det nødvendig å legge inn en resistor i serie med dioden.

På figuren under ser vi skjemasymboler for dioden og lysdioden.



Figur 60 Krettsymbol for diode og lysdiode.

Transistoren

Dioden kan likerette vekselspanning, men kan normalt ikke forsterke et signal. *Transistoren* har imidlertid evnen til forsterkning. Dvs. at en liten strøm styrer en stor strøm.

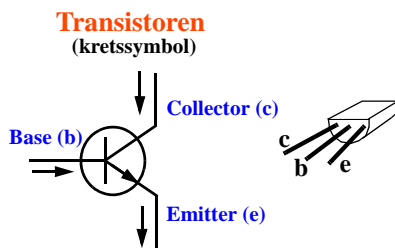
Før 1950 brukte en utelukkende rør for å forsterke svake elektriske signaler. På 50-tallet viste transistoren seg snart røret totalt overlegent på nesten alle områder. Dette skyldes at den var langt mer pålitelig. Det viste seg etter hvert også at transistorene kunne gjøres svært små. I dag klarer en å plassere ca. 250 millioner transistorer på 3cm^2 . I en vanlig hjemme-PC kan det være mellom 1 og 4 milliarder transistorer.

Transistoren er, som vi skjønner blitt en viktig komponent i all datateknologi. Her brukes transistoren primært som *bryter* og ikke som forsterker. Ved hjelp av slike *transistorbrytere* bygges i dag kretser for lagring og flytting av data, addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon av tall osv. Likeledes har datakommunikasjon og internett vært umulig uten transistoren. Transistoren brukes dermed innen all elektronikk og kan på mange måter kalles elektronikkens "hjul".

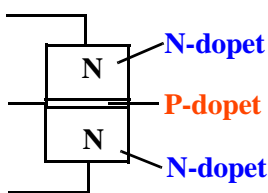
Figuren til høyre viser kretssymbolet for en vanlig bipolar transistor. Som vi ser, har transistoren tre "bein" eller ledninger. Pilene på figuren viser strømretningen i de enkelte beina.

La oss se nærmere på hvordan en transistor fungerer.

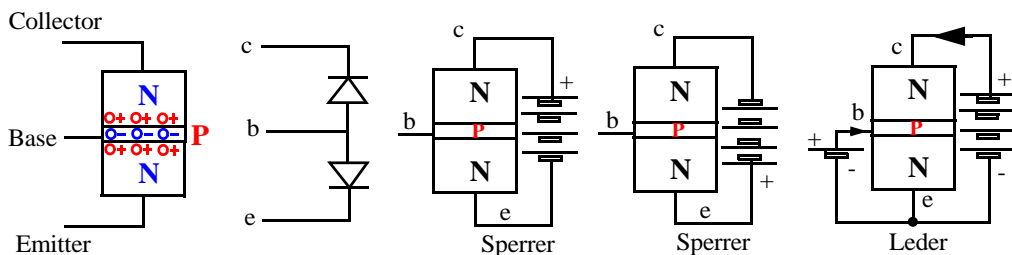
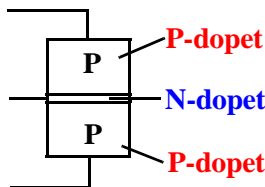
Den bipolare transistoren består av tre sjikt lagt ved siden av hverandre. To N-sjikt med et tynt P-sjikt i midten. Slike transistorer kalles derfor NPN-transistorer. En kan også lage transistorer som består av to P-sjikt med et tynt N-sjikt mellom. Slike kalles derfor PNP-transistorer. Disse to typene transistorer fungerer omtrent på samme måte



NPN-transistor



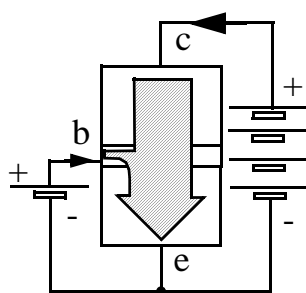
PNP-transistor



Figur 61 Transistorens virkemåte.

Også her vil de frie elektronene i N-sjiktet bli tiltrukket av hullene i P-sjiktet og danne områder med positiv og negativ ladning. Det oppstår derfor diodeovergangen med tilhørende sperresjikt. Vi kan betrakte en transistor som to dioder som er koblet sammen rygg mot rygg (eller front mot front). Uansett hvordan vi forspenner collector og emitter så vil det ikke gå strøm i transistoren.

Dersom vi derimot forspenner diodeovergangen mellom basen og emitter, vil vi etterhvert bryte ned barrieren og det begynner å flyte elektroner fra den sterkt dopede emitteren inn i den svakt dopede og svært tynne basen. På grunn av den tynne basen vil de akselererte elektronene fra emitteren, trenge forbi base-collector dioden selv om den er forspent i sperreretning, og flyte inn i collectoren. Det skal derfor en relativt liten



Figur 62 I en transistor styrer en liten strøm en stor strøm.

ladning inn i basen for at det skjer dramatiske ting med strømmen av elektroner mellom emitter og collector. Vi har fått en komponent hvor en liten strøm styrer en stor strøm. Forholdet mellom strømmen i emitter-collector og strømmen vi sender inn i basen, kalles *strømforsterkningen* (h_{FE}).

Vi har fått en transistor hvor en liten strøm kan styre en stor strøm.

6.2.5 Integrerte kretser (IC)

Integrerte kretser er ikke annet en motstander, dioder og transistorer som er pakket tett sammen på en skive. På cm^2 kan en pakke sammen millioner av transistorer. Mikroprosessen som står i en vanlig PC inneholder ca 250 millioner - transistorer. Totalt sett inneholder en moderne PC mellom 15 - 35 milliarder transistorer. Det er spesielt de store data-lagrene (RAM) som drar av gårde med mange transistorer..



Figur 63 Mikroprosessor til PC

7 En verden av “roboter”

I dette kapitlet skal vi se hva som karakteriserer en robot eller et styringssystemt. Vi vil oppdage at vi er langt mer avhengig av robotteknologi i vår hverdag enn vi vanligvis er klar over. Dessuten brukes elektroniske komponenter som f.eks. resistorer, dioder, transistorer og integrerte kretser til å bygge opp robotene.

7.1 Roboter og automater

La oss først se på noen enkle eksempler på roboter og automater.

7.1.1 Hva er en robot?

Oppgave:

Spør elevene hvilke forestillinger de har om roboter. Hva gjør de? Hvordan ser de ut? Har de sett noen? La dem tegne en robot.

La dem også finne ut hva ordet Robot egentlig betyr.

Navnet *robot* er skapt av den tjekkiske forfatteren K. Capek. Han skrev i 1920 teaterstykket R.U.R. hvor han brukte ordet *robotnik* som egentlig betyr arbeider.

De aller fleste forbinder ordet robot med en mekanisk “tjener” som beveger seg rundt og utfører de oppgavene som vi selv ikke orker å gjøre. Mange barn og unge vil sannsynligvis også knytte forestillingen opp mot Star Wars, hvor roboter av den tradisjonelle typen spiller to viktige hovedroller.

Tenker vi etter har begrepet robot eller *automat*, en langt videre betydning.



Oppgave:

Spør elevene hva de mener skal til for at noe skal kunne kalles en robot.

Hva forbinder de med uttrykket: “Hun oppførte seg som en robot”?

Hva skiller en robot fra et annet hjelpemiddel, elektronisk eller mekanisk?

La oss se hva som står i et leksikon:

Robot, en datastyrt enhet som ved hjelp av sensorer kan motta data fra omgivelsene, bearbejde disse og reagere ved å iverksette handlinger i henhold til forhåndsprogrammerte regler.

En annen definisjon som har vært brukt er:

“Robots have these elements common: They have a physical body of some type. There is a program to control the robots. They exhibit some type of behaviour.”

En robot er datautstyr som er programmert til å utføre en eller flere arbeidsoppgaver. Ved hjelp av sensorer kan roboten velge en eller flere av de oppgavene den er programmert til å utføre.

Vi kan grovt inndele robotene i to grupper:

- Sekvensielle roboter
- “Feedback”-kontrollerte roboter

7.1.2 Sekvensstyrte roboter:

Dette er en robot som er programmert til å utføre den samme oppgaven om og om igjen uten forandring.

Oppgave:

Fortell elevene hva som menes med en sekvenskontrollert robot og be dem finne eksempler på slike.

Gi dem i oppgave å finne eksempler på slike roboter når de går hjem fra skolen og når de kommer hjem.

Gode eksempler på sekvenskontrollerte roboter kan være trafikklys, enkle vaskemaskiner, kaffeautomater og enkelte verktøymaskiner i bedrifter.

7.1.3 “Feedback” styrte roboter:

Dette er roboter som “føler” eller “ser” hva som skjer i umiddelbar nærhet av dem og som endrer oppførsel på bakgrunn av det de “ser” eller “føler”.

Oppgave:

Fortell elevene hva som menes med en “feedback” kontrollert robot og be dem finne eksempler på slike.

Gi dem i oppgave å finne eksempler på slike roboter når de går hjem fra skolen og når de kommer hjem.

Eksempler på slike roboter kan være dører som åpner seg idet en person nærmer seg, gatebelysning som slår seg på når det blir mørkt, automatiske bomstasjoner som åpner seg når en har betalt eller blitt registrert, avanserte vaskemaskiner for bil som føler på bilens form for å unngå å ødelegge utvendig utstyr, brannalarmer som føler varme eller røyk og varsler brannvesen, automatiske gressklippere eller støvsugere som er opplært til følge en rute for å klippe eller fjerne støv og skitt men som styrer unna hindringer osv.

7.1.4 Tre hoveddeler

Vi kan tenke oss at en robot består av tre hoveddeler.

- *Data inn (sensorer)*
- *Enhet for behandling av data*
- *Data ut (lyd, lys, mekanikk/bevegelse)*

For lettere å forstå hva en robot er, så skal vi se på to eksempler.

Røykvarsleren:

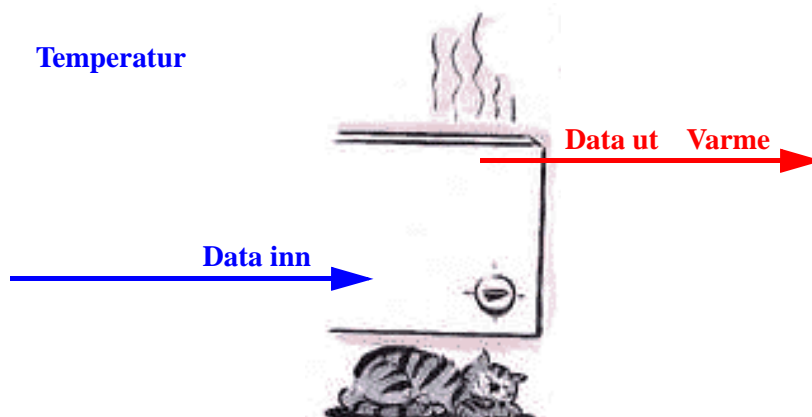
Når det oppstår røykutvikling i et rom, skal det gå en brannalarm.



Når røykdetektoren (data inn) oppdager røyk i rommet, er den “programmert” til å sende ut en kraftig lyd eller kontakte en alarmsentral (data ut).

Panelovnen:

Et annet eksempel kan være panelovnen med termostatregulering.



Termostaten “måler” temperaturen i rommet (data inn). Når den oppdager at temperaturen er for lav, vil den koble inn ovnen og varme opp rommet (data ut). Når den oppdager at rommet er varmt nok, vil den koble ut ovnen som slutter å varme (data ut).

I begge disse eksemplene hentes data fra omgivelsene (**data inn**) - røyk og temperatur. **Dataene behandles** og det tas en aksjon - alarm eller tilførsel av varme (**data ut**).

La oss se på en noe annen type robot som også er svært utbredte. Disse går gjerne under navnet automater:

7.1.5 Automater

Roboter og automater er stort sett det samme, selv om de fleste har en meget bestemt oppfatning av hva en automat er for noe.

Oppgave:

Spør elevene hvilken betydning de legger i begrepet automat. La dem tegne en automat og forklare hva den gjør.

Det de fleste forbinder med ordet automat er gjerne en stor boks som serverer brus, kaffe eller sjokolade når en slipper på mynter og trykker på riktig knapp.



Spilleautomat



Kaffeautomat



Brusautomat

Heller ikke billettautomater er ukjente. Disse er blitt svært utbredte i parkeringshus på flyplasser. I dette tilfellet er penger og et valg, **data-inn**, mens produktet er varen som leveres (brus, kaffe, underholdning, billetter).

La oss se på noen flere eksempler på hvordan data kan samles inn.

7.2 Data-inn (sensorer)

En viktig komponent i en robot er *sensoren*.

Oppgave:

Spør elevene hva de forstår med begrepet “sensor” eller “føler”. La elevene søke på internett etter ulike sensorer. Nettsiden i referanse [6] kan være et utgangspunkt.

Har vi mennesker “sensorer”? Evt. hvilke sensorer har vi?

Vi mennesker har flere typer “sensorer”. Vi kaller dem for *sanser*.

Oppgave:

Hvilke sanser har vi mennesker? Spør elevene om de kan finne eksempler på mekaniske eller elektriske sensorer som ligner på en av menneskets sanser.

Mennesket har i utgangspunktet 5 sanser: *Følesansen*, *luktesansen*, *smakssansen*, *synssansen* og *hørselssansen*. La oss se nærmere på hver enkelt av disse:

7.2.1 Følesansen

Vi kan føle berøring eller trykk, men også varme og kulde.

En ovn er ofte utstyrt med en *termostat* som “føler” temperaturen i rommet. Når temperaturen øker over ønsket verdi (ofte kalt *referansetemperaturen*), slås ovnen automatisk av. Når temperaturen synker under ønsket verdi, slås ovnen på. Dette kalles en *tilbakekobling* eller “*feedback*” som regulerer temperaturen.

Oppgave:

Finnes det termostatstyrte ovner i klasserommet? Drei på hjulet som regulerer temperaturen og hør om det høres et klikk inne i ovnen, eller om en lampe slukker eller tenner. Les av temperaturen på hjulet når det klikker/lyser.

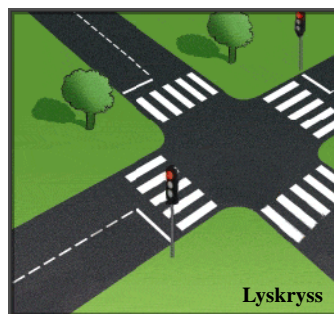
Det finnes også sensorer som reagerer på berøring. I sin enkleste form kan dette være en *lysbryter*. Når vi trykker på bryteren så slås lyset på eller av. Brytere finner vi i de fleste elektriske apparater og fjernkontroller.

Flere fotgjengeroverganger er utstyrt med en egen knapp hvor fotgjengere kan varsle når de vil over gata.

Det finnes også mange andre sensorer av denne typen. Slik som sensorer for måling av lufttrykk og trykksensorer for veiing.

Oppgave:

La elevene fundere på følgende oppgave: En birøtter ønsker kontinuerlig å overvåke innsamlingen av honning i sine bikuber. Han vil gjerne kunne lese av mengden honning på PC'en sin. Hvordan ville dere ha løst denne oppgaven. Tenk ut ulike løsningsmetoder.



7.2.2 Luktesansen

Dette er kanskje den sansen hvor det er vanskeligst å tenke seg til elektriske eller mekaniske eksempler.

Oppgave:

Spør elevene om de kan tenke seg en elektronisk eller mekanisk nese. La dem foreslå eksempler på hva en slik "nese" kan brukes til?

De færreste tenker over at omtrent alle hjem er utstyrt med en slik elektronisk “nese”. La elevene fundere over hva dette kan være.

Svaret er røykvarsleren som registrerer om det er røyk i rommet.

Oppgave:

Utfordre elevene til å tenke seg hvordan en røykvarsler fungerer? La f.eks. elevene åpne en ødelagt røykvarsler. Obs! Unngå røykvarslere med radioaktive kilder.

Det er en liten tilsnikelse å si at røykvarsleren er en elektronisk nese, fordi mange røykvarslere “ser” røyken heller enn å “lukte” den.

Figuren til høyre viser en optisk røykvarsler som “ser” at røyk siver inn i et lite kammer inne i varsleren. Det finnes imidlertid gassdetektorer som “lukter” spesielle gasser. Dette kan være H_2S (hydrogensulfid), CO_2 (karbondioksyd), CO (karbonmonoksyd), O_2 (oksygen) eller andre giftige eller eksplosive gasser.



Oppgave:

Spør elevene om de vet hva H_2S -gass er. Videre hva de forbinder med karbondioksyd og karbonoksyd.

H_2S -gass kan være et alvorlig problem i fjøs. Den skyldes avgasser fra gjødselkjelleren. Det har hendt at store deler av buskaper som har stått på båsen, har omkommet på grunn av forgiftning av hydrogensulfid. Dette er også den gassen som *fis* er laget av og som dannes når egg råtner.

7.2.3 Synssansen

Det finnes en mengde roboter eller automatiske innretninger som baserer seg på lyssensorer.

Oppgave:

La elevene finne eksempler på lys eller optiske sensorer. Be dem om å finne eksempler fra hjemmet.

Den kanskje vanligste lyssensoren finner vi i utelamper som automatisk slår seg på . Også mange gatelys er styrt av optiske sensorer. Når det blir mørkt nok slås lyset på. Når dagen gryr, slås lyset av igjen.

Oppgave:

La elevene forsøke å registrere når gatelysene slår seg av og på som funksjon av tiden på året. Kanskje det lar seg gjøre å registrere dette over lengre tid. Tegn gjerne en kurve for å illustrere dette grafisk.

På bildet til høyre er det vist en lyssensor [8].

I den seneste tid er det også blitt vanlig med utelys som reagerer på bevegelse. Eller en varmesensor som registrerer om det kommer et objekt som er varmere enn omgivelsene inn foran sensoren, f.eks. et menneske.

Oppgave:

Spør elevene om de kan tenke seg hva en lyskilde som reagerer på bevegelse kan brukes til.



7.2.4 Hørselssansen

Lydsensorer er gjerne bygget rundt en mikrofon. En mikrofon registrerer lydbølger og omdanner disse til elektriske signaler som forsterkes. Når lyden kommer over et visst nivå, utløses en reaksjon.

Oppgave:

Utfordre elevene til å finne anvendelser for en lydtektor.

En finner gjerne lydtektorer i noen typer leketøy. Når en klapper, så begynner leken å gå eller gi fra seg lyd (dukker som sier "Mamma").

Lydtektasjon brukes i dag i mange sammenhenger:

- Ultralyd for å se på fosteret i morens mage.
- Ekkolodd for å finne fiskestimer og bestemme vanndybden.
- Sonar for å finne ubåter og andre gjenstander under vann.

7.2.5 Bevegelses-sanser (-sensorer)

Dette er en sensor som ikke nødvendigvis faller innenfor kategoriene lys, lyd eller følesansen. Slike er ofte brukt i forbindelse med alarmanlegg. Bildet under viser hvordan en bil kan utstyres dersom den skal sikres mot innbrudd.

Moderne biler er ofte utstyrt med en rekke sensorer for å registrere forsøk på tyveri.

Oppgave:

La elevene undersøke hvilke funksjoner et bilalarmanlegg kan bestå av og hvordan det virker når noen forsøker å trenge inn i bilen. Ta gjerne utgangspunkt i DEFA's hjemmesider hvor bildet over er hentet fra [11].

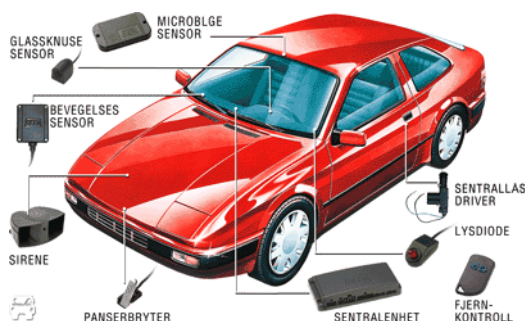
En bevegessensor kan være laget på mange forskjellige måter. Det kan være lydbølger eller radiobølger som sendes ut og registrerer en dopplertforskyvning.

Oppgave:

La elevene finne ut hva dopplertforskyvning er for noe og hvordan denne kan brukes til å oppdage bevegelse.

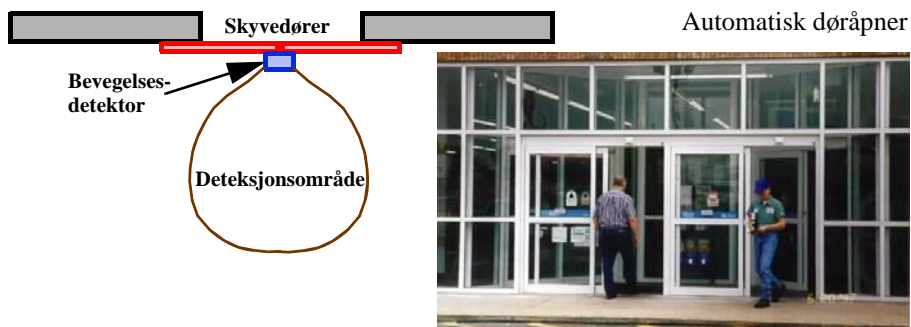
Andre bruker et slags vater som registrerer at en bil løftes opp på den ene siden eller skubbes bort i (se referanse [9] b).

En svært vanlig anvendelse av en bevegessensor er knyttet til automatiske døråpnere. Når vi nærmer oss ei dør, åpner døra seg og vi kan gå inn i lokalet.



Oppgave:

La elevene oppsøke en automatisk døråpner. La dem bestemme hvor rask bevegelsen må være for at døra skal åpne seg. De kan også finne ut hvor langt ut til sidene de kan bevege seg, eller hvor langt unna de kan tillate seg å være og likevel klare å åpne dørene.



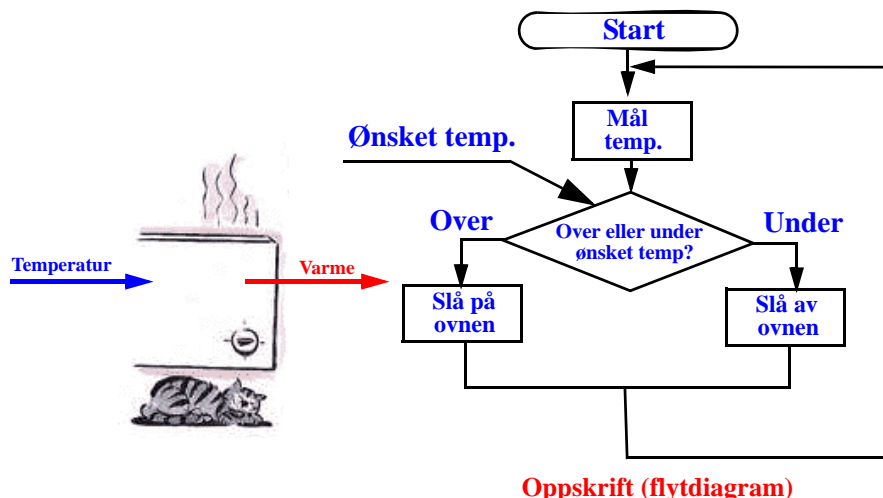
Figuren under viser to vanlige bevegelsesdetektorer.



7.3 Databehandling

Innsamlede data må behandles slik at riktig respons kan gis på signalene som kommer fra sensorene. Dataprogrammer er *oppskrifter* på hva automaten eller roboten skal gjøre når ulike stimuli inntreffer.

La oss gå tilbake til panelovnen for å se hva som skjer.



Oppskrift (flytdiagram)

Til høyre på figuren over ser vi *dataprogrammet* eller “oppskriften” for hvordan ovnen skal virke. Dette kalles også et *flytdiagram* i dataspråket. Dersom vi starter i rubrikken: START og følger pilene, vil vi først komme til boksen “Mål temp.” her registreres temperaturen i rommet. Deretter kommer vi til romben og spør: “Over eller under ønsket temp.?” Dette er et spørsmål som egentlig er rettet til termostaten. Dersom termostaten “sier” at temperaturen er for høy, slås ovnen av. Deretter går en tilbake til start og spør på nytt: Dersom det nå er blitt varmt nok, slås ovnen av og sløyfa går tilbake til start igjen. Slik går programmet i en evig runddans.

Ønsket temperatur stilles inn ved f.eks. et lite hjul på siden eller foran på ovnen. Dette er “input” til ovnen for at den skal vite hvilken temperatur vi ønsker.

Dette kalles “feedback” eller på norsk *tilbakekobling*. Legg merke til at det er en treghet i systemet, da det tar tid å endre temperaturen i rommet. Dette må ingeniøren ta hensyn når dataprogrammet for styring av ovnen konstrueres.

LEGO leverer byggesett for å bygge enkle roboter. Ved Vitensenteret i Trondheim og mange andre steder i Norge finnes LEGO MINDSTORMS sentre hvor en kan få hjelp til å konstruere enkle roboter.

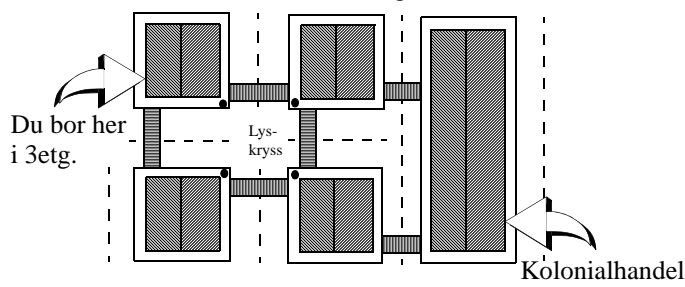
LEGO robotene ved Vitensenteret kan følge en svart strek på et bord eller gulv. Dette klarer de ved å “se” på kanten mellom den mørke streken og det lyse underlaget. Dersom den mister streken må den lete for å finne den igjen. I neste oppgave ønsker vi at elevene skal få føle på kroppen hvordan roboten “opplever” det å følge en svart strek ved hjelp av en lyssensor.

Dette er en oppgave som benytter lyd som “data-inn” sensor.

Opgave:

La elevene arbeide i grupper. Oppgaven de skal arbeide med lyder: Du er blind, men har god hørsel. Du må ned til kolonialhandelen for å skaffe noe mat. Du kjenner veien godt, men har aldri godt den alene før. Førerhunden din er syk og kan ikke hjelpe deg. Tenk gjennom hvordan du skal klare denne oppgaven. Lag en strategi for hvordan du må tenke fra du går ut av døra i tredje etasje til du er tilbake igjen.

Kartet under viser hvor kollisionhandelen befinner seg i forhold til der du bor.



Det skraverte feltene er hus med fortau rundt. Sebra-stripene er gangfelt. Gatene er trafikerte.

Opgave:

Etter at elevene har arbeidet med oppgaven over, la dem kontakte en synshemmet og få ham eller henne til å fortelle hvordan de ville ha løst utfordringen i oppgaven foran.

Også kroppen vår er inneholder svært kompliserte reguleringssystemer med avanserte tilkoblinger. Et slikt system er kroppens varmereguleringssystem.

Opgave:

La elevene undersøke hva som skjer i kroppen vår når vi får feber. Er feber i seg selv en feil i temperaturreguleringen eller hever kroppen temperaturen som et ledd i å bekjempe en infeksjonssykdom? Hvordan føler vi oss når vi holder på å få feber? Og hvordan føler vi oss når feberen holder på å slippe taket? Hvor sitter kroppens “termostat” og hva er det som bestemmer kroppens referansetemperatur? Lag en “oppskrift” (tegn et flytdiagram) som viser virkemåten til “dataprogrammet” som styrer kroppstemperaturen.

De fleste elevene er kjent med at frysninger nedover ryggen ofte er innledningen til et feberanfall. Dette indikerer at kroppens referansetemperatur heves og en føler at en er for kald. Dermed hever kroppen temperaturen. På samme måte kan følelsen av overoppheting når en har feber være innledningen til at feberen avtar.

Ta gjerne kontakt med en lege som kan forklare sammenhengene i kroppenes temperaturreguleringssystem.

7.4 Data-ut

La oss se på noen eksempler på data-ut enheter.

7.4.1 Lyd

Et vanlig eksempel på lyd er at det går en alarm.

Men det blir mer og mer vanlig at publikum får en talebeskjed. En del automater forteller brukeren hva som skal gjøres. Et eksempel på slike kan være betalingsautomater i forbindelse med parkering. Dette er et godt hjelpemiddel for synshemmede som har problemer med å lese tradisjonelle bruksanvisninger.



I enkelte bedrifter sendes det også automatisk ut medlinger over høytaleranlegget dersom det har brutt ut brann e.l.

Oppgaver:

La elevene komme med forslag til hvordan automatiske anlegg kan bruke lyd til varsling og informasjon.

7.4.2 Lys

Vi har tidligere sett hvordan lys kan tennes som et resultat av at det blir mørkt. Lys brukes ofte som varsel ved at det f.eks. tennes røde eller grønne varselamper på et panel.

Oppgave:

La elevene finne ut i hvilke sammenhenger lys med forskjellig farge brukes: Når brukes: Blått, Gult, Rødt, Grønt? Hva kan gjøres for å forsterke effekten av et lys?

Det er interessant hvordan farger på lys er knyttet til forskjellige type varsling:

Blått brukes til utrykningskjøretøyer [13] og betyr: Gi plass vi skal fort fram. Gult betyr ofte at her foregår arbeid så pass på, eller gjør klar nå blir det rødt eller grønt lys. Rødt betyr fare eller stopp, og grønt betyr klar vei.

Blinkende lys kan gjøre at effekten av lyset øker. Legg også merke til at mange kjøretøyer har roterende lys for lettere å bli lagt merke til.

Oppgave:

Spør elevene om de vet hvordan det er mulig å vite om det blir rødt eller grønt når et trafikklens er gult.



Oppgave:

Hvorfor har en valgt rødt for fare, grønt for klart, gult for pass på og blått for utrykning?

At rødt er valgt som faresignal kan komme av at ild eller glør er rødlig. Ild eller glør er også ofte indikasjon for at noe er farlig å berøre. Likedan gir grønt et rolig inntrykk. Tankene går til fredlige grønne enger.

7.4.3 Bevegelse

Bevegelse er kanskje den vanligste form for respons.

Oppgave:

La elevene finne eksempler på at det startes en bevegelse som et resultat av at en sensor blir stimulert.

Her finnes det en rekke eksempler. Vi har tidligere sett på automatiske dører og automater. Andre eksempler er:

- kopimaskinen når en trykker på startknappen.
- bilen når en trykker på gasspedalen.
- garasjeporten som åpner seg når bilen nærmer seg.
- vaskemaskiner og oppvaskmaskiner.
- videospillere og CD-spillere.



Oppvaskmaskin



Tørketrommel



Vaskemaskin

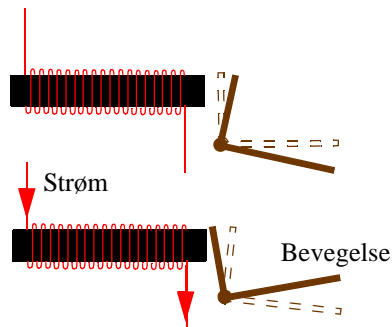
I de fleste parkeringshus er det bomsystemer for å slippe biler inn og ut mot betaling. Figuren under viser en slik bom.



Oppgave

La elevene besøke et parkeringshus og forsøke å finne ut hva som skjer fra en bil ankommer bommen til den forlater huset. Spør gjerne betjeningen om hvordan parkeringshuset fungerer. La dem også undersøke hva som skjer dersom en mister adgangskortet.

Som oftest er det motorer som gir bevegelsen, men også elektromagneter kan brukes til dette formålet.



En elektromagnet består av en spole av ledning viklet om en kjerne av *bløtt* jern. Bløtt jern lar seg lett magnetisere og avmagnetisere når det går strøm gjennom spolen. I eksempelet over vil armen vippe opp når vi setter strøm på spolen.

Oppgave:

La elevene vikle 30 - 40 viklinger med tynn isolert ledning rundt en stor spiker. Koble spolen til et 4,5 Volts batteri og se at den blir magnetisk. Det ser en ved at den tiltrekker seg nåler, tegnestifter og mindre spiker.

7.4.4 Varme/kulde:

Vi har også sett at *varme* eller *kulde* kan være **data-ut**. En panelovn vil varme opp rommet ved å *tilføre energi* når temperaturen faller under en på forhånd innstilt referansetemperatur. På samme måte vil et kjøleagregat *trekke energi ut* av kjøleskapet eller fryseboksen når den innvendige temperaturen kommer over en innstilt referansetemperatur.

Oppgave:

La elevene finne ut om kroppen har noen slike reguleringsmekanismer. Kan den heve eller senke temperaturen dersom det blir for kaldt eller for varmt? Hva skjer når vi får feber?

Kroppen kan heve temperaturen ved at huden nupper seg eller ved at vi begynner å skjelve. Det vil si at kroppen forsøker å bli varm ved å sette igang mikrobevegelser. Bevegelse skaper varme. Dessuten trekker de små blodårene i huden seg sammen slik at blodet ikke så lett avkjøles. Blod-sirkulasjonen går ned, og blodet trekkes inn mot de indre organer, og bort fra den kalde huden. Det er derfor huden blir hvit eller blå når den blir kald.

På samme måten vil kroppen forsøke å avkjøle seg dersom den blir for varmt. Dette skjer bl.a. ved at den skiller ut svette som trenger energi for å fordampe fra huden. Denne energien henter den fra den overopphetede kroppen som dermed avkjøles.



Fryseskap



Kjøleskap

8 Hvordan virker de vanligste sensorene?

I dette avsnittet skal vi beskrive virkemåten for de vanligste sensorene og detektorene vi omgir oss med. La oss begynne med røykdetektoren.

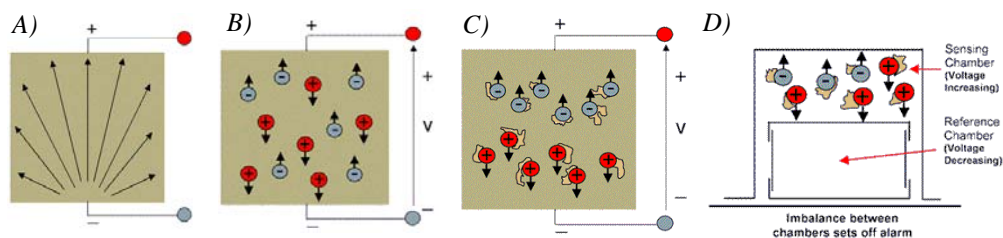
8.1 Røykdetektor (røyk, varme)

Det finnes hovedsakelig tre typer røykdetektorer:

1. Ioniserende røykdetektorer
2. Optiske/fotoelektriske røykdetektorer
3. Infrarøde røykdetektorer

8.1.1 Ioniserende røykdetektorer [14]

I et ioniseringskammer inne i detektoren ligger en liten radioaktiv kilde (Americium 241) som stråler ut alfa-partikler, dvs. heliumkjerner (figur 64 A). Denne ioniserer luften inne i kammeret slik at den blir svakt elektrisk ledende. Ledningsevnen bestemmes ved hjelp av en elektrisk probe som måler den svake strømmen gjennom den ioniserte luften i kammeret (figur 64 B).



Figur 64 Ioniserende røykdetektor.

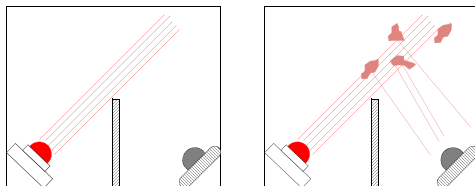
Kammeret er åpent slik at røykpartikler kan komme inn. Røykpartiklene som siver inn i kammeret vil feste seg til ionene og forstyrre den svake elektriske strømmen gjennom kammeret (figur 64 C). Den tilhørende elektronikken registrerer endringene i strømmen og alarmer går. Det er heller ikke uvanlig at ionekammeret er delt i to, hvor den ene delen er lukket og fungerer som et referanse-kammer (figur 64 D).

Energien i alfa-partiklene er ikke kraftigere enn at de kan stoppes av noen få cm luft eller et stykke papir. Selv om strålingskilden er svært svak og ikke utgjør noen helsefare, så bør en behandle denne typen røykvarslere som spesialavfall.

Denne type røykvarslere egner seg for deteksjon av små røykpartikler (ned til 0,01 mikrometer), som oppstår i branner som utvikler seg raskt. Slike partikler er ikke synlige med det blotte øye. Denne type detektorer klarer imidlertid ikke å skille små støvpartikler fra damp og stekos, og er dermed mer utsatt for falske alarmer. Dessuten er de mindre følsomme for store partikler som gjerne oppstår ved ulmebranner.

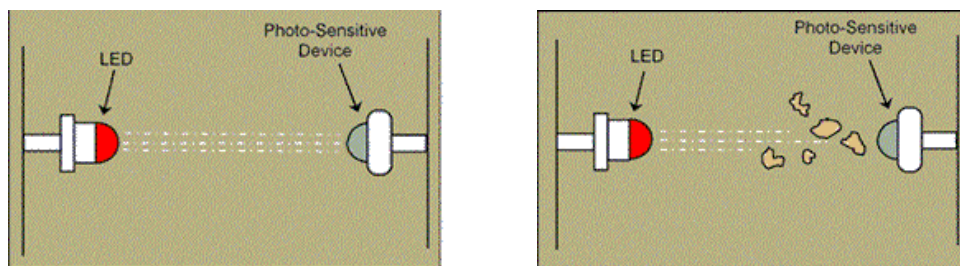
8.1.2 Optiske og fotoelektriske røykdetektorer [14]

Også i denne typen røykvarsler finner vi et røykkammer. I den ene enden av kammeret sitter en liten lyskilde. På et annet sted i kammeret sitter en fotoelektrisk detektor som registrerer små lysmengder. Normalt vil ikke lyskilden belyse detektoren. Kommer det derimot røykpartikler inn i kammeret, vil lyset reflekteres fra disse og treffe den fotoelektriske detektoren slik at alarmen går.



Figur 65 Prinsippet for en fotoelektrisk røykdetektor, “refleksjonstype”.

En annen variant baserer seg på at røykpartikler kommer i veien for lysstrålene fra lysdioden slik at lyset som treffer detektoren er dempet.



Figur 66 Prinsippet for en fotoelektrisk røykdetektor, “transmisjonstype” [14].

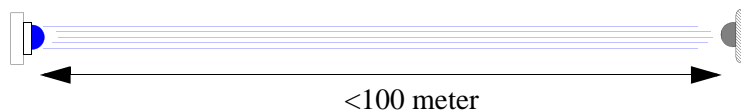
Fotoelektriske røykvarslere er vanligvis mer følsomme overfor større røykpartikler enn den ioniserende røykdetektoren. Slike partikler oppstår gjerne ved ulmebranner og branner som utvikler tykk røyk, og mindre følsomme for små røykpartikler som oppstår ved branner som utvikler seg raskt med åpen flamme.

Etter som bruken av flammedempende materialer er blitt vanligere, er den optiske detektoren tatt mer og mer i bruk og er blitt den vanligste typen røykvarsler.

8.1.3 Infrarød røykdetektor

Denne typen røykdetektorer består av to deler. En del som sender ut en stråle av infrarøde bølger (IR-sender), og en del som mottar de utsendte strålene (IR-mottaker). Strålen passerer det området som skal overvåkes mht til røyk. Dersom strålen dempes pga at røykpartikler skygger for strålegangen, vil mottakeren motta et litt svakere lyssignal og alarmen går.

Slike detektorer kan dekke områder på opptil 100 meter og egner seg godt for industrihaller og større lagerrøm. Utstyret må imidlertid monteres slik at ikke annen trafikk kommer inn i strålegangen.



Figur 67 IR-røykdetektor.

8.2 Lysdetektor (LDR)

Måling av lysintensitet kan gjøres på mange forskjellige måter. I dette avsnittet skal vi se hvordan vi kan bruke en LDR (Light Dependent Resistor - lysfølsom motstand). Grunnen til at vi velger å omtale en slik er at den er billig og lett å få tak i og egner seg godt i små elektronikkprosjekter.

En isolator er et materiale med svært få elektroner som kan bevege seg fritt mellom atomene. Et ledende materiale (f.eks. et metall) vil derimot ha svært mange elektroner som kan bevege seg fritt og dermed opptre som ladningsbærere i en elektrisk leder.

En lysfølsom motstand (LDR) består av halvledermaterialet silisium som har noen frie elektroner. Ved å tilsette små mengder av andre grunnstoffer fremelsker man en spesiell egenskap ved dette stoffet, nemlig at når det belyses, frigjøres flere elektroner og ledningsevnen øker. Effekten er imidlertid ikke like framtrede for alle frekvenser. Av figur 68 ser vi at materialet er spesielt følsomt for lys i det synlige området av spekteret nær 540 nm (nanometer, 10^{-9} m). Vi ser også (til venstre på figuren) at det er en nær sammenheng mellom lysstyrken og resistansen i den lysfølsomme motstanden.

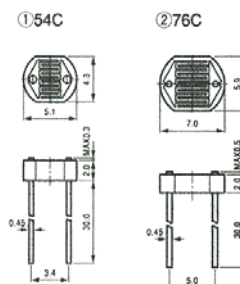
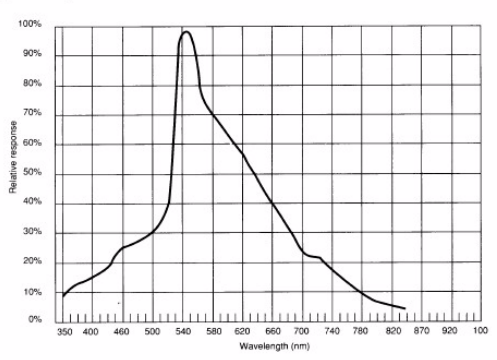
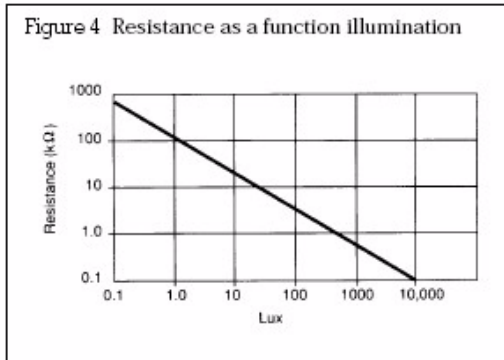


Figure 5 Spectral response



Figur 68 Resistans som funksjon a lysintensitet (venstre), følsomhet som funksjon av bølgelengde.

Høy lysintensitet gir derfor lav resistans (noen kΩ) og lav lysintensitet høy resistans (noen 100kΩ) som vist til høyre på figur 68.

For å konvertere endring i ledningsevne til en elektrisk spenning, kan vi benytte en enkel spenningsdeler. Her trengs ingen målebro siden endringen i ledningsevnen er så markert.

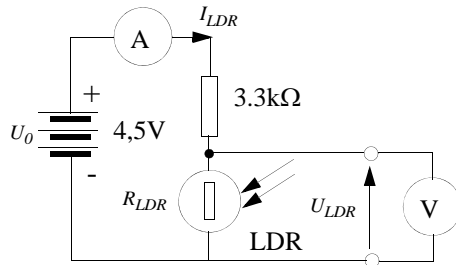
Lysintensitet måles i Lux. 1 Lux er en Lumen pr. m²

Dette tilsvarer:

- Fullt sollys 11 000 lux
- Sollyset en tidlig morgen 6 000 lux
- Belysningen i et TV-studio 1 000 lux
- Et godt opplyst kontor 400 lux
- Lyset fra en fullmåne 1 lux

Vi anvender en enkel spenningsdeler for å måle eller registrere responsen.

En kan måle strøm og spenning i komponenten, og dermed bestemme den indre motstanden som funksjon av lysstyrken. For at målingen skal bli kvantitativt riktig bør en også benytte en lysmåler. Alternativt kan en måle motstanden og anslå lysmengden (fullt sollys, normal innendørs belysning, i skygge og i mørke - se også lista over).



Figur 69 Måling av LDR'ens resistans som funksjon av lysintensitet.

For i det hele tatt å kunne måle spenningsvariasjonen over LDR'en så må vi legge inn en seriemotstand slik at vi får en spenningsdeler.

Vi kan da måle resistansen til fotomotstanden, R_{LDR} :

$$R_{LDR} = \frac{U_{LDR}}{I_{LDR}} \tag{8.1}$$

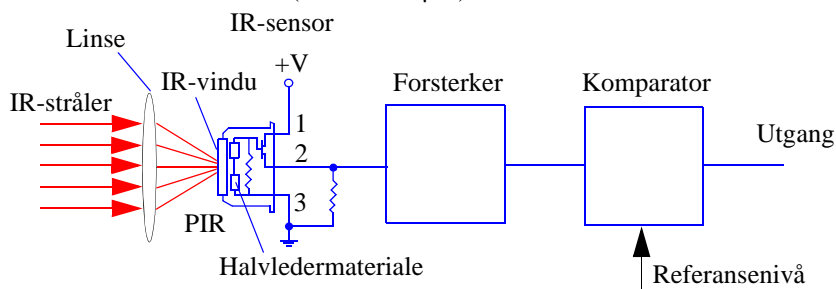
Lysstyrke							
U_{LDR}							
I_{LDR}							
R_{LDR}							

8.3 IR-detektor (bevegelse)

Mange forskjellige metoder benyttes for å detektere menneskelig tilstedeværelse i et rom. Den detektoren som vi finner i bolighus er av typen “*Passiv InfraRed detector*” (PIR) eller “*Pyroelectric sensor*”. Alt levende sender ut varmestråling (infrarød eller IR-stråling). Det samme gjelder egentlig alle gjenstander. Forskjellen på gjenstander og mennesker (ev. dyr) er at gjenstandene stort sett holder seg i ro. IR-detektorer registrerer derfor gjenstander (eller mennesker) som har en viss varmeutstråling og som er i bevegelse. En varm ovn vil derfor ikke detekteres, siden den står i ro.

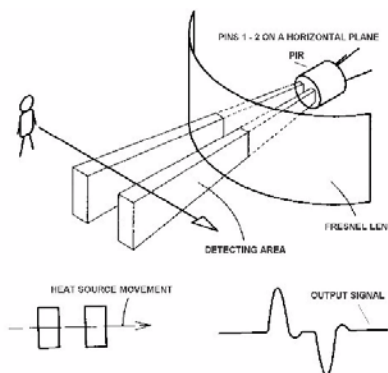
En reflektor er montert bak et deksel av plast. Reflektoren samler IR-strålene inn mot selve detektoren som er montert i en liten metallkapsel med et lite vindu laget av silisium. Silisium har den egenskapen at det er gjennomsiktig for IR-stråler, på samme måte som glass er gjennomsiktig for lys.

Det er viktig at sensoren er mest mulig følsom for IR-strålingen som sendes ut fra levende vesener. Mens bølgelengdene for lys ligger i området 400 - 750 nm (nanometer, 10^{-9} m), så finner vi IR-strålingen fra et menneske i området 9 000 - 10 000 nm. Følsomhetsområdet for slike sensorer er derfor i området 8 000 - 12 000 nm (eller 8 - 12 μ m).



Figur 70 Prinsippskisse for en IR-detektor.

Selve detektoren ligner på lysdetektoren. IR-stråler er elektromagnetisk stråling, eller *fotoner*, akkurat som lys. Når fotonene treffer halvledermaterialet slår de løs elektroner. De frie elektronene vil så redusere den elektriske resistansen i materialet som forsterkes og registreres av den tilkoblede elektronikken. Siden en kun er interessert i de *raske* endringene i mottatt IR-stråling, fjernes de langsomme endringene. En komparator sørger dessuten for at nivået på IR-strålingen må over et visst nivå for at det skal registreres en bevegelse. En komparator sammenligner nivået til signalet med et referansenivå. Dersom signalet overskrider referansenivået gis et signal på utgangen, viss ikke, skjer ingen ting. Ved å endre ref-

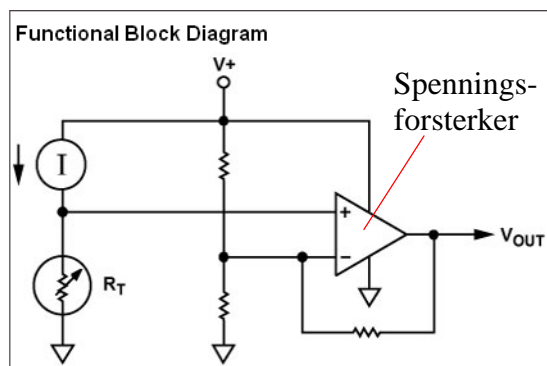


eransnivået kan en bestemme hvor følsom IR-detektoren skal være. I vår detektor kan vi velge mellom to ulike følsomhetsnivåer. Ønsket nivå settes ved hjelp av noen “brytere” (jumpere) inne i detektoren.

8.4 Termostaten (temperatursensoren)

Temperaturdetektorer finner vi blant annet i varmeovner. Ved hjelp av et lite hjul på ovnen kan vi bestemme ved hvilken temperatur ovnen skal slå seg av eller på. Lignene innretninger finner vi på strykjern, vaffeljern, kaffetraktere, stekeovner og enkelte kokeplater. En slik innretning kalles også ofte en *termostat*. Andre ganger er vi interessert i å *måle* temperaturen, da kan vi benytte en temperatursensor. Slike finner i bl.a. i elektroniske termometere, men de benyttes i stadig større grad i forbindelse med temperaturregulering i boliger og næringsbygg.

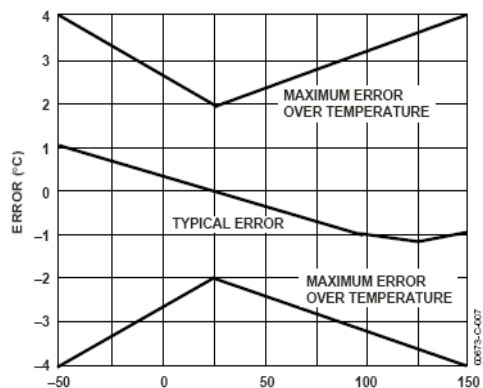
På figur 71 ser vi et funksjonsdiagram for en typisk temperatursensor. Denne kan måle temperaturer fra -50 - $+150^{\circ}\text{C}$. Temperaturen omdannes til en spenning som kan måles.



Figur 71 Funksjonsdiagram for en temperatursensor.

Den prinsipielle virkemåten til kretsen kan beskrives som følger:

Kretsen inneholder en resistor (R_T) som endrer resistans med temperaturen. Variasjonen er nær lineær. En strømkilde I presser en konstant strøm gjennom resistansen. I følge Ohms lov vil en da få en spenning over resistoren som er proporsjonal med resistansen og dermed også proporsjonal med temperaturen. Denne spenningen forsterkes i en spenningsforsterker. V_{OUT} blir derfor proporsjonal med temperaturen.



Figur 72 Typisk måleusikkerhet for temperaturmåleren AD22100.

Vi ser av figur 72 at typiske verdier for måleusikkerheten er +/- 1°C, mens maksimalspredningen er +/- 4°C.

Sammenhengen mellom temperatur og spenning på utgangen kan uttrykkes som:

$$V_{OUT} = \left(\frac{V_{CC}}{5V}\right) \times (1.375V + (22.5mV/^{\circ}C) \cdot T_A) \quad (8.2)$$

Hvor:

V_{CC} er splysspenningen (batterispenningen)

T_A temperaturen

V_{OUT} er målt spenning på utgangen

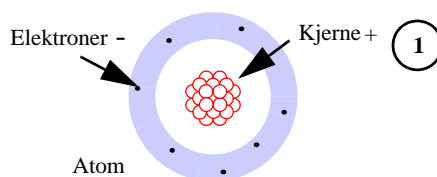
8.5 Solceller

Solceller regnes kanskje ikke som en typisk sensor, men heller som en energiomvandler.

For å forstå hvordan en solcelle virker, må vi vite litt om hvordan den er bygd opp. La oss kort repetere atommodellen og forskjellen på en isolator og en leder (se forøvrig også avsnitt 6.2.4)

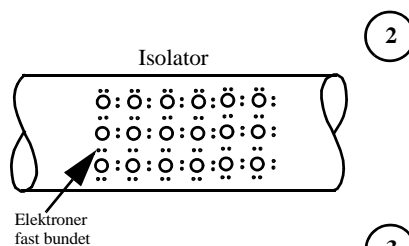
1. Atomer

Alle stoffer består av atomer. Et atom har en atomkjerne omkranset av elektroner. Kjernen er positivt ladet, og elektronene er negativt ladet. Hvor fast elektronene er bundet til atomkjernen, varierer fra materiale til materiale.



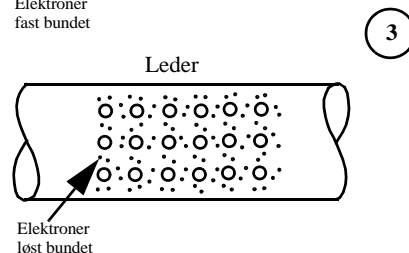
2. Elektrisk isolator

Hos en isolator er elektronene **fast** bundet til atomkjernen. Det skal mye energi til for at de skal forlate atomet og bevege seg fritt i materialet.



3. Elektrisk leder

Hos en elektrisk leder er elektronene **løst** bundet til atomene og vil lett kunne bevege seg rundt i materialet. De fleste **metaller** har denne egenskapen.



Solceller består av *halvledere*. Hva er så en halvleder?

4. Halvleder av n-typen

En halvleder er en isolator som er *forurenset* av et annet stoff slik at det får noen frie elektroner.

Dersom vi forurenser isolatoren *silisium* (*Si*) med grunnstoffet *fosfor* (*P*), vil det forurensete silisiumet bli *litt ledende* med *noen* frie elektroner. Dette skyldes at fosfor-atomene, som erstatter silisium-atomene i krystallgitteret, har et fem elektroner i ytterste elektronskall. Dette femte elektronet er ikke med å binder atomene sammen i krystallgitteret og kan derfor, om det tilføres litt energi, bevege seg ganske fritt i materialet. Et slikt materiale kalles en *halvleder av n-typen* (n for negative elektroner).

5. Halvleder av p-typen

Dersom vi forurenser silisium med grunnstoffet *bor* (*B*), får vi en halvleder med "for få" elektroner. Bor har nemlig bare tre elektroner i ytterste skall. Det oppstår derfor *elektronhull* i krystallgitteret. Et slikt stoff "ønsker" seg elektroner. Vi kaller dette stoffet for en *halvleder av p-typen* (p for positive hull).

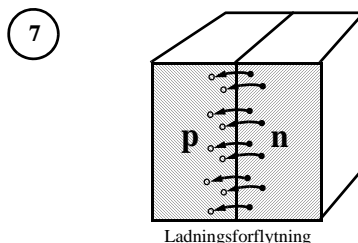
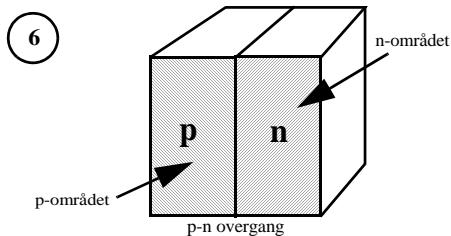
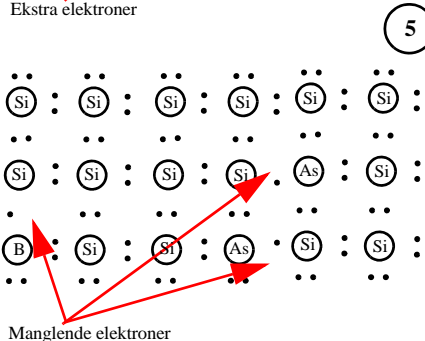
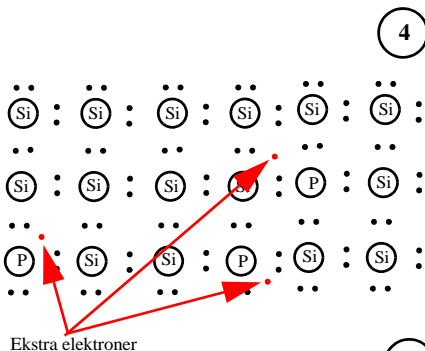
Selv om n-type materialet har noen ekstra frie elektroner, er materialet elektrisk nøytralt. Det samme gjelder p-type materialet.

6. p-n overgang

Om vi tar en n-type halvleder (n-området) og legger inntil en p-type halvleder (p-området), får vi det som kalles en *p-n-overgang*.

7. Ladningsforflytning

Siden n-området har frie elektroner, og p-området har elektronhull, vil elektronene i n-området strømme over til p-området for å fylle hullene.



8. Balanse

Etterhvert som elektronene strømmer over til p-området, vil dette bli mer og mer *negativt ladet*. Mens n-området, som mister mange av sine elektroner, vil bli *positivt ladet*. Vi vet at negativ ladning frastøter negativ ladning. Det blir derfor stadig vanskeligere for elektronene å komme seg over til p-området. Til slutt stopper strømmen opp og det er oppstått en *ladningsbalanse*.

Vi har fått en *barriere* som bare leder strøm den ene veien. En slik overgang kalles en *diode*.

Vi har nå beskrevet materialet som en solcelle er bygget opp av. La oss se hva som skjer når p-n-overgangen belyses.

9. Lys

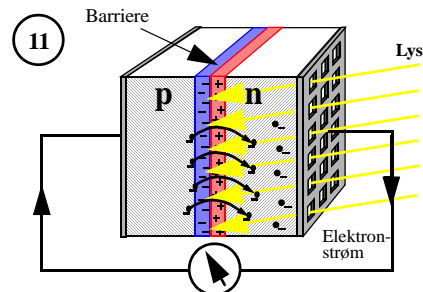
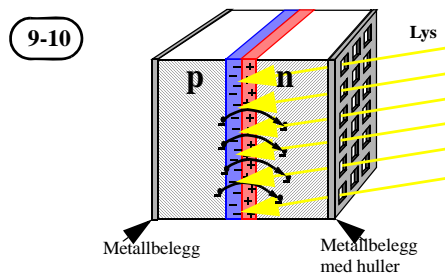
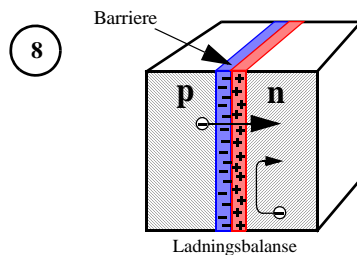
Lys er bølger (eller partikler (fotoner)) som bærer med seg energi.

10. Metallbelegg

Vi legger metall på utsida av n- og p-området. Metallet som dekker n-området er gjennomhullet (eller består av et nett av tynne metallstriper) slik at lyset skal slippe inn i materialet.

11. Lyset tilfører elektronene energi

Når lys med tilstrekkelig energi treffer p-n-overgangen, frigjør det elektroner i p-området. Disse trekkes over til n-området av det elektriske feltet, og det oppstår en ubalanse i ladningen. For å gjenopprette balansen, må elektronene komme seg tilbake til p-området. Dette er ikke så lett på grunn av barrieren langs p-n-overgangen (8). Det finnes imidlertid en vei rundt gjennom ledningen på utsida. Strømmen i ledningen kan vi så bruke til å gjøre et arbeid, f.eks. i en lyspære.



9 Bygg en enkel detektor

Samfunnet invaderes i stadig større grad av høyteknologiske hjelpemidler, hvor avansert elektronikken og roboter utgjør en viktig del. Vi har i de foregående kapitlene koblet opp kretser bygget på tradisjonelle elektriske prinsipper med spenningskilder, ledninger, brytere, lyspærer, motstander, sikringer, motorer, termostater og varmeelementer. Vi har også omtalt noen elektroniske komponenter (dioden og transistoren) og antydnet at disse er viktige når vi f.eks. skal bygge sensorer og roboter.

Vi har sett at mens **elektrisitetslæra omhandler strømforskyning** til drift av elektriske apparater, lys og oppvarming, **behandler elektronikken signaler og informasjon (EDB)** og brukes mye i overvåking og kontrollsystemer, bl.a. i forb. med sensorer og roboter. Ikke minst er elektronikken en viktig komponent i **informasjons- og kommunikasjonsteknologien (IKT)**.

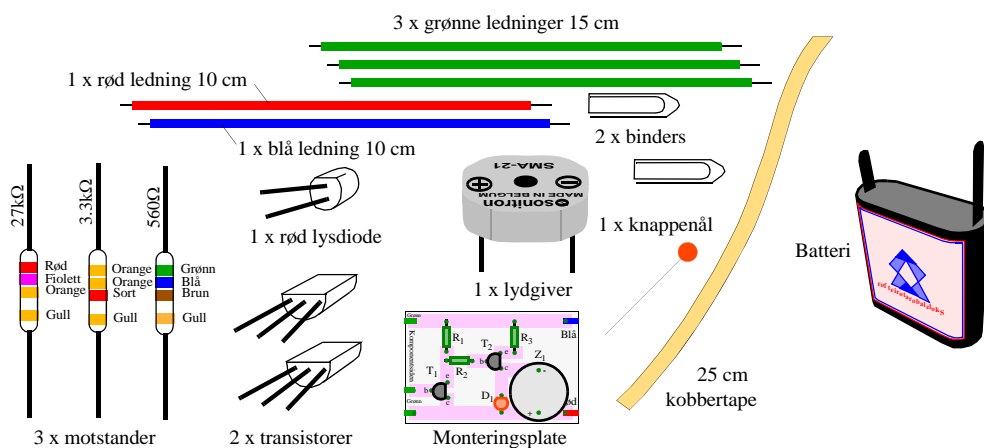
Det sentrale elementet i elektronikken er **transistoren**. Dette elementet er, som vi har sett, vesensforskjellig fra komponentene vi møter i elektrisitetslæra, ved at det gir strøm-, spennings- og ikke minst effektforsterkning av elektriske signaler. Den egner seg også godt som elektronisk bryter slik vi møter den i datamaskinen.

I dette kapitlet skal vi for alvor bringe elektronikken inn i elektrisittslæra ved selv å bygge og teste ut noen enkle detektor. Grunnelementet i sensorer og detektorer er *strømførsterkeren*. Sammen med en lysfølsom motstand og litt tørkepapir skal vi lage, lys-/mørkedetektor og fuktighets-/tørkedetektor. Senere skal fuktighetsdetektoren inngå i styrings- og kontrollsystemet i modellen av det **intelligente huset**.

9.1 Noen grunnleggende komponenter

La oss før vi går igang med byggingen, kort omtale de elektroniske komponentene vi trenger for å bygge opp strømførsterkeren.

For å bygge strømførsterkeren trenger vi følgende komponenter



Figur 73 Nødvendige komponenter til to-trinns strømførsterker.

I denne oppkoblingen skal vi bruke papp-plater (fra 0.2 - 1mm tykkelse) og kobbertape. Dette er en relativt enkel og billig teknologi selv om den ikke brukes i produksjonsbedrifter. Monteringsanvisningen er trykt på monteringsplata. Den ene siden viser kobberbanene og den andre komponentplasseringen. Byggesettet er i salg ved Skolelaboratoriet ved NTNU.

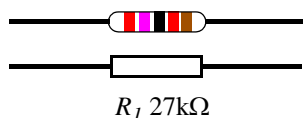
For at det skal bli lettere å bygge opp kretsen på monteringsplata, vil vi først gjennomgå symbolene for hver enkelt *koblingsskjema*. Koblingsskjemaet forteller oss hvilke tilkoblingsledningene hos de enkelte komponentene som skal knyttes sammen.

9.1.1 Symbolisering av komponentene

For at funksjonen til den enkelte komponenten skal komme tydelig fram og at de skal bli lette å tegne, representeres de med *symboler*. At vi gjenkjenner og forstår disse symbolene er viktig for at vi skal kunne lese et koblingsskjema.

Å representere komponentene med symboler, blir nesten som å representere lydene i språket med bokstaver. På samme måte som vi kan tegne et helt skjema med symbolske komponenter, kan vi skrive en historie med bokstaver og ord.

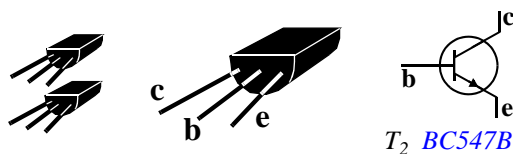
Resistoren



Figur 74 Resistor.

Resistoren har *to* tilkoblingsledninger (bein) og den har ofte fargede ringer som forteller hvilken verdi den har. Symbolet ligner på den virkelige resistoren, og gis en betegnelse og en verdi (f.eks. R_1 og $27k\Omega$). R'en forteller oss at det er verdien til en Resistor, indeksen 1 at dette er motstand nr. 1 og $27k\Omega$ at den har verdien 27 000Ohm. Vi skal senere se på hvordan vi angir verdien til resistorer. Det spiller ingen rolle hvilken vei resistoren kobles. Legg merke til at komponenten kalles *resistor* og dens verdi *resistans*.

Transistoren

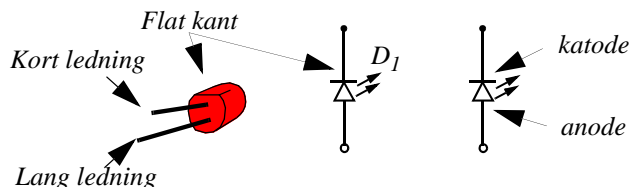


Figur 75 Transistor.

Transistoren har tre tilkoblingsledninger (bein). Disse betegnes som henholdsvis: *Base* (b), *emitter* (e) og *collector* (c)¹. Det er viktig at de forskjellige tilkoblingsledningene kobles riktig inn i kretsen ellers vil den ikke virke som den skal. Symbolet for transistoren gis en betegnelse og en typekode (f.eks. T_1 og BC547B). T står for Transistor, indeksen 1 angir at det er transistor nr. 1 (av f.eks. 2) og BC547B er type transistor.

Vi må passe på at vi ikke lar det gå for stor strøm gjennom transistorer da vil de bli ødelagt.

Lysdioden



Figur 76 Lysdioden.

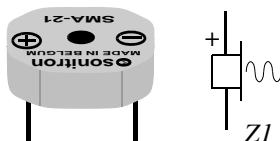
Lysdioden har to tilkoblingsledninger (bein). Det er ikke likegyldig hvilken ledning som kobles til hvilket punkt i kretsen. De to tilkoblingsledningene til dioden kalles *katode*² og *anode*. Den flate kanten (kort ledning) viser hvor katoden er. For at dioden skal lyse må katoden kobles til den negative polen på batteriet. Legg merke til korrespondansen mellom komponenten og symbolet.

Lysdioder leder som du kanskje skjønner bare strøm i en retning. Pilen i symbolet viser strømretningen.

Symbolet for lysdioden gis en betegnelse og en typekode (f.eks. D_1 og EL333URC). D står for Diode, indeksen 1 angir at det er diode nr. 1 og EL333URC er type lysdiode. Typebetegnelsen bruker vi når vi skal bestille komponenten hos leverandøren.

Vi må passe på at vi ikke lar det gå for stor strøm gjennom lysdioden. Lysdioder kan fås i forskjellige farger, rød, grønn, gul, blå og hvit.

Lydgiveren

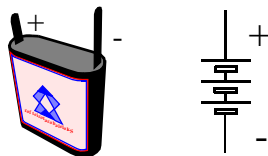


Figur 77 Lydgiver eller summer.

-
1. Vi har her valgt å bruke de engelske betegnelse konsekvent
 2. Navnene *anode* og *katode* ble gitt av M. Faraday som eksperimenterte med elektrolyse av vesker. Anode kommer av de greske ordene *ana* som betyr 'opp', og *hodos* 'vei', dvs. 'oppvei'. På samme måte betyr katode 'nedvei'. Katoden avgir elektroner, mens anoden mottar elektroner.

Lydgiveren har to tilkoblingsledninger (bein). Den ene er merket + den andre -. Tilkoblingsledninger merket med + skal kobles nærmest den positive polen på batteriet, og tilsvarende for den ledningen som er merket med -. Lydgiveren gir en pipetone når det går tilstrekkelig strøm gjennom den.

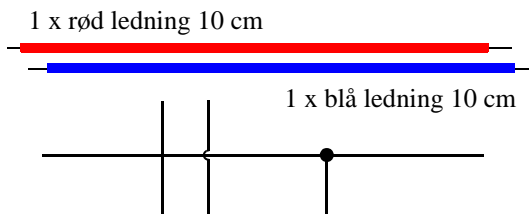
Batteriet



Figur 78 Batteri med tre celler.

Batterier kan være av forskjellige typer og spenninger. På figuren over ser vi et flatbatteri som gir 4,5 Volt. Den **lange** tunga på batteriet er den **negative polen** og den **korte** den **positive**. Flatbatteriet består av tre seriekoblede celler som hver gir 1,5 Volt. Symbolet for batteri gjenspeiler dette. Hver celle illustreres med en kort og en lang strek. Legg spesielt merke til at den korte streken symboliserer den negative polen på batteriet.

Ledningere



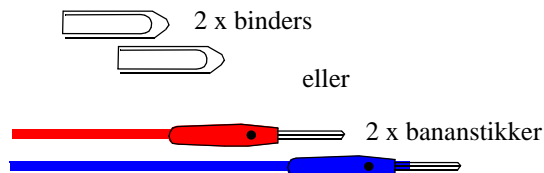
Figur 79 Ledninger, kryssning og sammenkobling.

Ledninger er isolert med plast som kan ha forskjellig farge. I koblingsskjemaet angis de som en svart strek. Koblingspunktet mellom to ledninger angis gjerne med en svart prikk. Dersom to ledninger krysser hverandre uten at de er elektrisk forbundet, angis dette enten med et kryss uten prikk eller en liten bøy på den ene ledningen. Det spiller ingen rolle hvilken vei en ledning kobles. Røde ledninger brukes ofte i forbindelse med den positive polen på batteriet, mens blå eller svarte brukes ofte i forbindelse med den negative polen.

Ledninger i et koblingsskjema antas å ha resistans som er lik null¹.

1. Dersom ledningens egentlige resistans, som er svært liten, har betydning for kretsens virkemåte, må den angis eksplisitt i kretsskjemaet som en resistor.

Bananstikker og binderser



Figur 80 Bananstikkere eller binderser brukes for sammenkobling.

Bananstikkere brukes ofte til å koble ledninger til spenningskilder og lignende. Siden disse er relativt dyre kan en med fordel bruke binderser for å koble kretsen til batteriet. Disse er spesielt egnet når vi bruker flatbatterier.

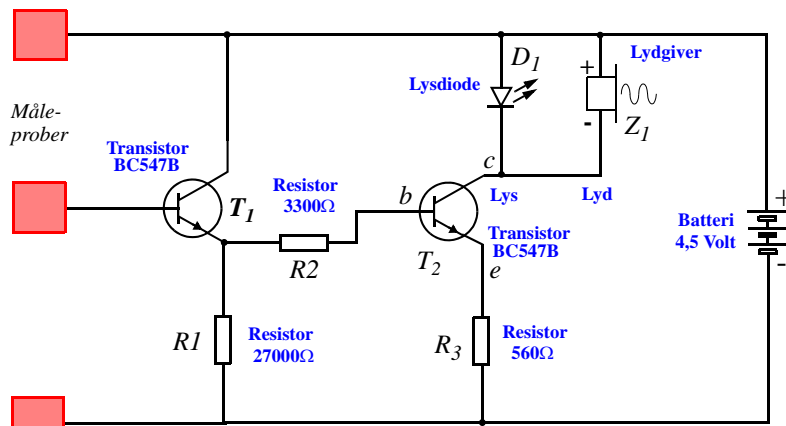
Nå er vi klare til å tegne kretsskjemaet for vår strømforsterker-krets.

9.2 Kretsskjema, strømforsterkeren

Når vi nå kjenner kretssymbolene for de vanligste komponentene, kan vi se nærmere på kretsskjemaet til strømforsterkeren.

Figur 81 viser kretsskjemaet for strømforsterkeren. Vi kjenner igjen kretssymbolene for transistorer, resistorer, lysdioder og summeren. Lengst til høyre har vi symbolet for et batteri, som i dette tilfellet har 3 celler, og leverer en spenning på $3 \times 1.5V = 4,5V$.

Strekene som forbinder de enkelte kretssymbolene forteller oss hvordan kretsen er koblet opp. Hver strek er en ledning som går mellom de ulike tilkoblingsledningene (eller beina) til komponentene. Der tre eller flere ledninger møtes, er det tegnet en liten prikk, som skal vise at her er disse ledningene koblet sammen.



Figur 81 Kretsskjema for strømforsterkeren.

Lengst til venstre i skjemaet ser vi tre plater. Disse skal vise at her ender ledningene ut i tre åpne måleprober som i vårt tilfelle kan berøres med fingrene. Figur 81 viser koblingskjemaet for strømforsterkeren.

I kretsen i figur 81 har vi valgt å indikere at fuktighet varsles enten med lyd eller lys eller begge deler.

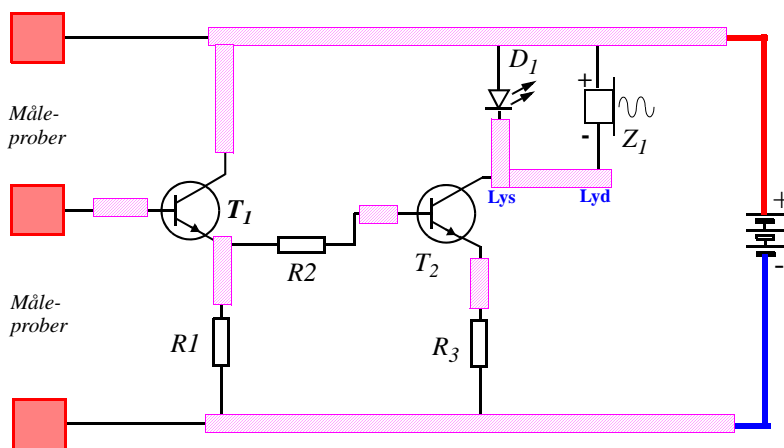
Før vi begynner å montere komponentene må vi legge kobbertape på loddessiden av monteringsplata. Vi tar utgangspunkt i koblingskjemaet i figur 81.

9.3 Bygging av fuktighetsdetektoren

Vi skal nå bygge opp strømførsterkeren og vise hvordan vi kan gi den ulik anvendelse. I første omgang skal vi bruke den for å detektere fuktighet.

9.3.1 Framstilling av monteringsplata

Monteringsplata har en *komponentside* og en *loddesside*. Komponentene skal plasseres på komponentsida, mens beina til komponentene loddes til kobberbanene på loddessida. Det stikkes hull i monteringsplata på angitte steder slik at komponentbeina kan stikkes gjennom monteringsplata.

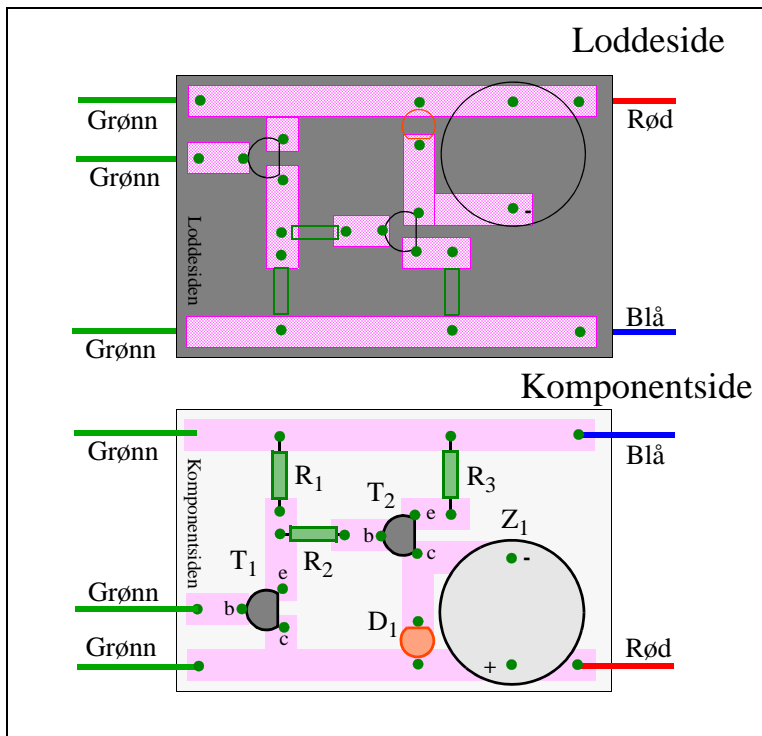


Figur 82 Antydning om hvordan kobbertapen kan legges på monteringsplata.

Kobbertapen festes til papp-plata slik at beina på de elektriske komponentene lett kan loddet til kobberbanene. Med utgangspunkt i koblingsskjemaet i figur 81, har vi på figur 82 vist hvordan tapen kan legges.

Figur 83¹ (øverst) viser hvordan kobbertapen kan legges på loddessida. Tilsvarende viser figur 83 (nederste) hvordan komponentene er montert på komponentsida.

De svarte punktene angir hvor det skal stikkes hull i monteringsplata.

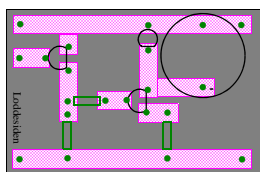


Figur 83 Monteringsplata for en to-trinns strømforsterker.

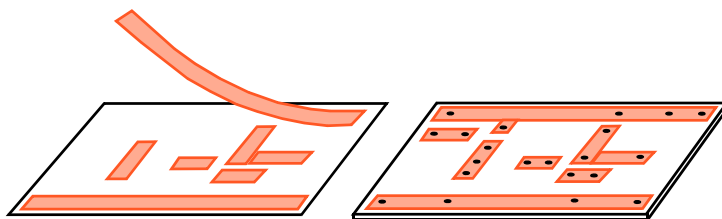
Montering av kobbertapen på plata gjøres på følgende måte:

1. Legg monteringsplata med loddessiden opp. De skraverte feltene angir hvor kobbertapen skal festes til plata.
2. Klipp kobbertapen opp i lengder som passer til utlegget.
3. Riv av det hvite beskyttelsesbelegget på tapen og klistre den på monteringsplata.

Loddesside



Monteringsanvisning



Figur 84 Montering av kobbertape og merking av hull.

1. Etter en idé av Berit Bungum ved ILS ved Universitetet i Oslo.

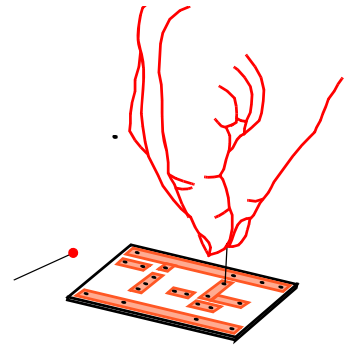
- Når tapen er montert, markeres plasseringen av hullene med tusj (prikker på kobbertapen).
- Derne stikkes hull fra loddessiden med en kraftig nål.

Nå er monteringsplata klar for montering av komponentene.

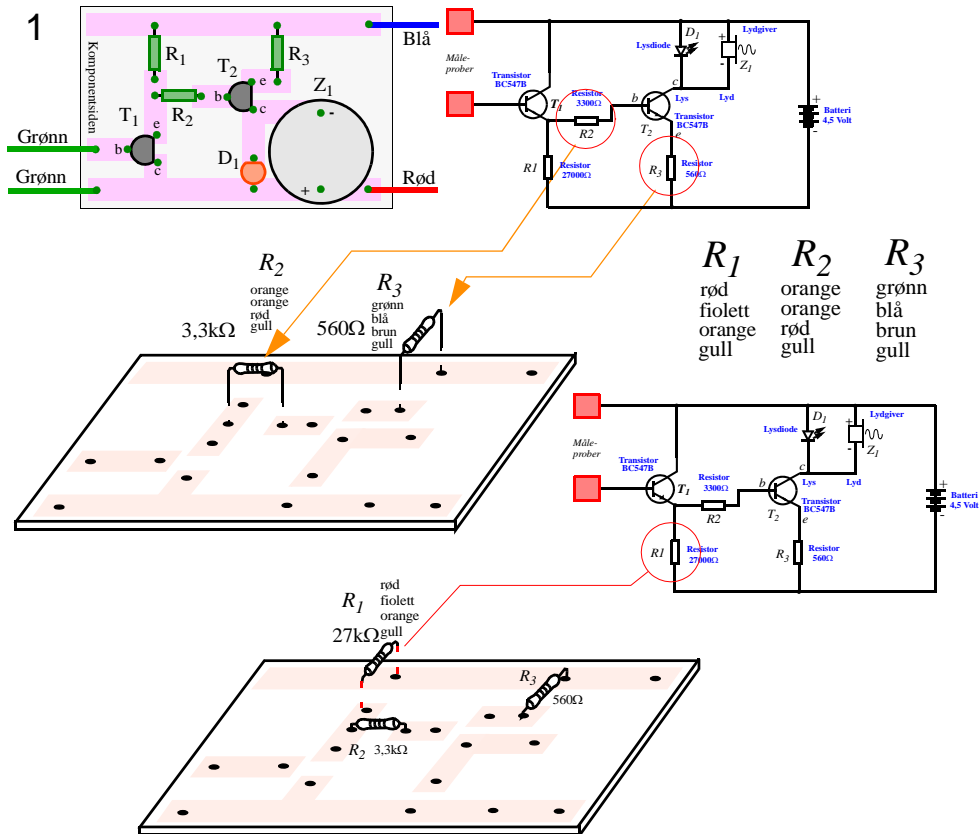
9.3.2 Montering av komponentene

Monteringsanvisningen legges med komponentsiden opp. Montering av komponentene gjøres på følgende måte:

- Montering av motstandene R_1 , R_2 og R_3 :**
Begynn med å montere de tre motstandene R_1 , R_2 og R_3 .



Figur 85 Hullene stikkes opp med en nål.



Figur 86 Montering av motstandene.

R_1 skal ha verdien $27\,000\Omega$ ($27k\Omega$), som angis med fargene **rød, fiolett, orange, gull**.

R_2 skal ha verdien 3300Ω (3,3k Ω), som angis med fargene **orange, orange, rød, gull**.

R_3 skal ha verdien 560Ω , som angis med fargene **grønn, blå, brun, gull**.

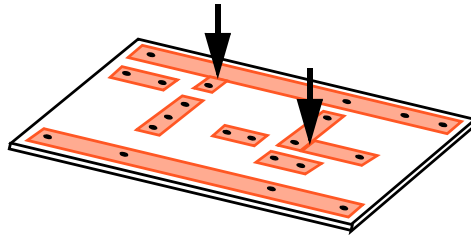
For lesing av fargekoding på motstander, se vedlegg I. Det spiller ingen rolle hvilken vei resistorene monteres.

Når resistorene er montert loddes de til kobbertapen på loddessida av plata. For riktig lodding se miniloddekurset avsnitt 5.9 på side 68.

Etter at resistorene er loddet fast, kan bena klippes av inntil loddingen med en avbitertang.

2. **Lodd skjøtene i kobbertapen**

To steder er kobberstripene skjøtet sammen. Det er viktig at det legges loddetinn over disse skjøtene for å oppnå god kontakt.

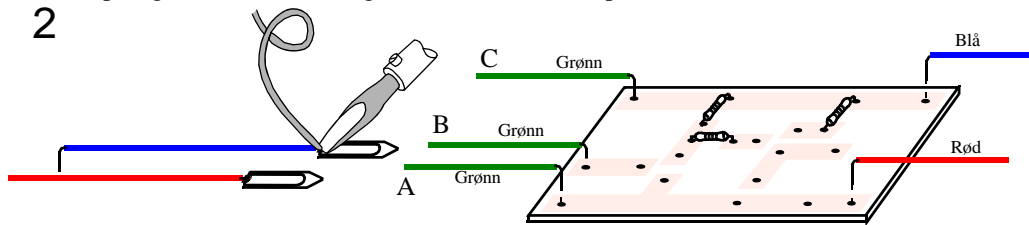


Figur 87 Lodd skjøtene i kobbertapen.

3. **Montering av ledningene:**

Fest en binders til den røde og en til den blå ledningen. Før lodding vris ledningen rundt endene av bindersene som vist på figur 88. Lodd bindersene til ledningene.

Stikk de tre grønne (merket A, B og C), den røde og den blå ledningen gjennom hullene som vist på figur 88. Lodd ledningene til kobberbanene på loddessiden (undersiden).

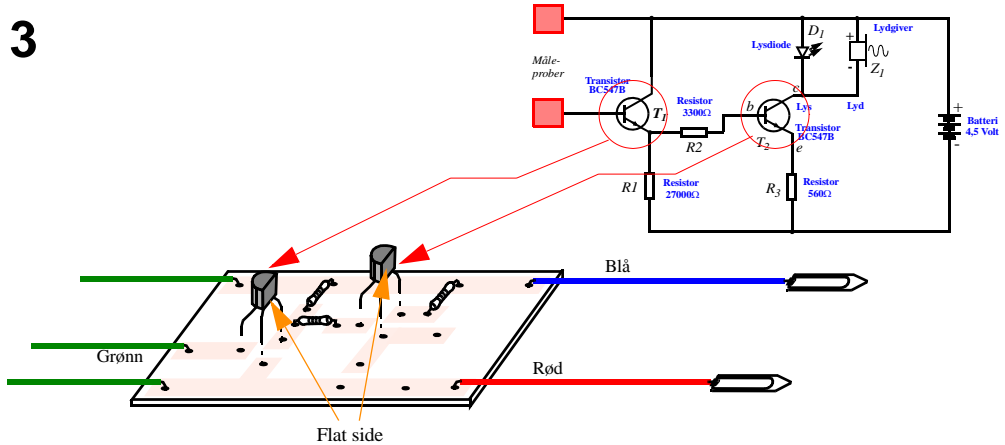


Figur 88 Monter ledningene.

4. *Montering av transistoren T_1 og T_2 :*

Spre beina på transistorene litt fra hverandre slik at de når ut til hullene i monteringsplata. Sørg for at den flate siden av transistorene står rett vei. Stikk beina gjennom hullene. Det er viktig at rett bein kommer i rett hull. Lodd beina til kobberbanene på loddessida. Unngå at transistorene varmes opp for lenge av gangen (mer enn 15 sek.)

3



Figur 89 Montering av transistorene.

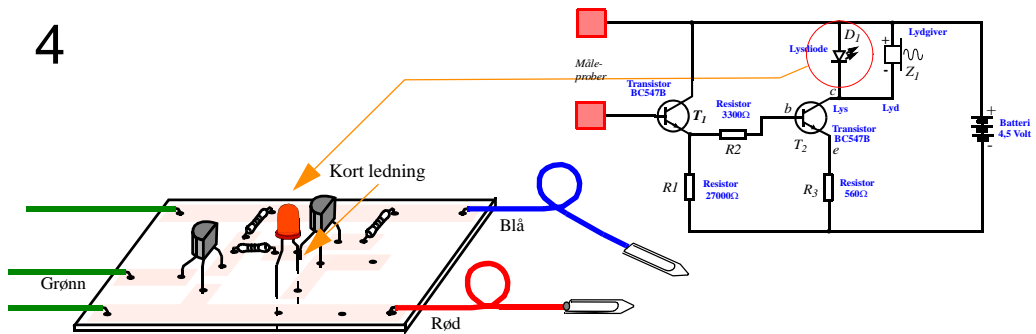
NB! Dersom sensoren skal brukes i det intelligente hus skal vi ikke montere lyd giver og lysdiode, men en motstand. I såfall gå til avsnitt på side 125.

5. Montering av lysdiode D_1 (ikke nødvendig om lyd giver monteres):

Monter **lysdioden** slik at den korte ledningen (katoden) er lengst bort fra deg når monteringsplaten ligger som vist på figur 90. Monteres lysdioden feil vei gir den ikke lys.

Lodd lysdioden til kobberbanene på loddessiden.

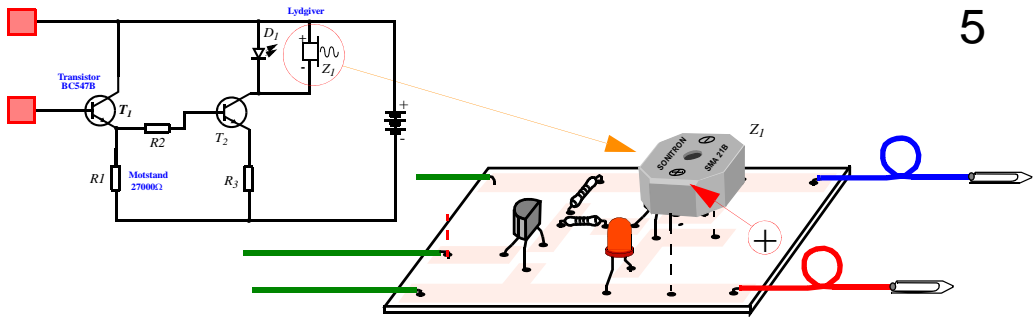
4



Figur 90 Montering av lysdiode.

6. Montering av lyd giveren Z_1 :

Pass på at lyd giveren blir plassert rett vei. Den har en pluss- og en minuspol.

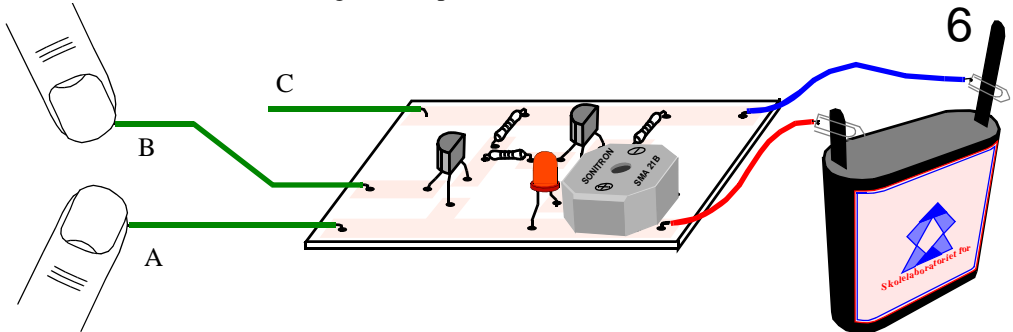


5

Figur 91 Monter lyd giveren Z_1 .

7. Prøv kretsen:

Til sist kobles batteriet til og kretsen prøves.



6

Figur 92 Utprøving av to-trinnsforsterkeren.

Utprøvingen skjer ved at de to av ledningene som er montert tettast berøres med hver sin hånd. Om kretsen virker vil den registrere at det går en ørliten strøm gjennom kroppen og gi signal.

Om den ikke virker kan det være lurt å gå gjennom listen over mulige feilkilder:

Feilsjekk:

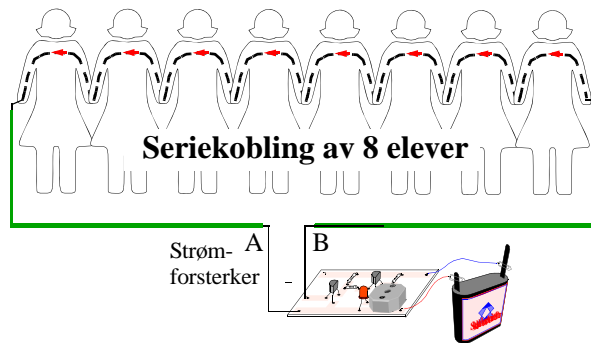
1. Sjekk at batteriet er koblet rett vei, rød ledning på pluss og blå ledning på minus.
2. Sjekk at rød og blå ledning er koblet til de riktige kobberbanene.
3. Undersøk at lysdiode og/eller lyd giver er koblet rett vei.
4. Undersøk om transistorene er koblet rett vei.
5. Sjekk at riktig resistor er plassert på rett sted. Sjekk fargekodene.
6. Gå over og se om alle loddingene er gode, ingen løse bein eller ledninger.

7. Undersøk om det er kortslutninger på kortet. Kobberstriper eller ledninger som berører hverandre og som egentlig *ikke* skal ha kontakt.
8. I verste fall bytt transistorer eller lysdiode.

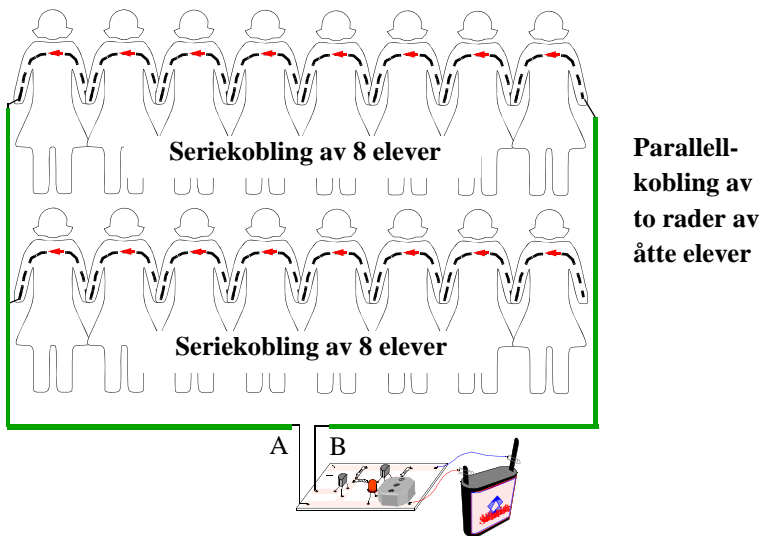
Lys og lyd blir noe svakere når både lysdioden og lyd giveren er innkoblet samtidig. Dersom en ønsker kraftigere lyd kan lysdioden fjernes.

Prøv følgende:

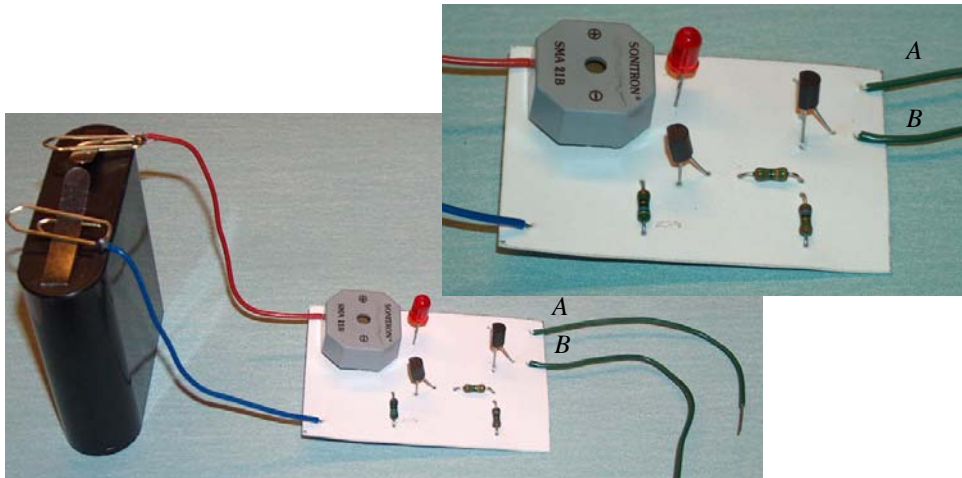
Når kretsen virker, undersøk hvor mange elever som kan kobles i serie før kretsen slutter å gi lyd. Eksperimenter med serie og parallellkobling av elever. Bruk de to grønne ledningene merket A og B på fuktighetsindikatoren (se figur 92). Det er den lille strømmen gjennom disse to ledningene som gjør at kretsen gir signal.



Figur 93 Seriekobling av åtte elever.



Figur 1 Serie og parallellkobling av elever.

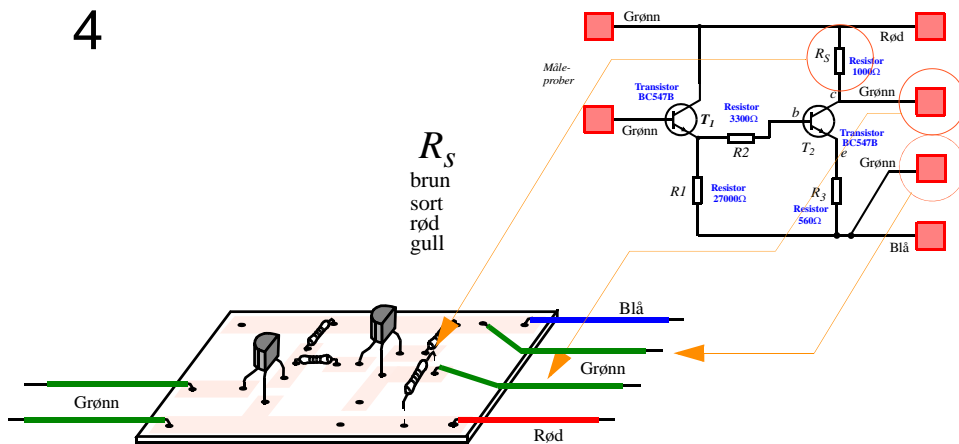


Figur 94 Den ferdige strømforsterkeren (bare to av de grønne ledninge er montert).

9.3.3 Fuktighetsdetektor for bruk i det intelligente hus

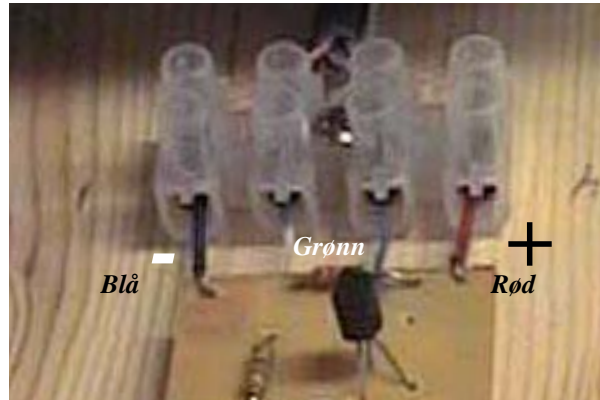
Dersom fuktighetsindikatoren skal brukes som sensor i det intelligente hus, sløyfes monteringen av lyd giver og lysdiode. I stedet monteres en motstand på $1\text{k}\Omega$ mellom kollektoren på T_2 og pluss som vist på figur 95.

4



Figur 95 Montering av motstanden R_S .

Dessuten kobles to grønne ledninger opp som vist til høyre på figur 95. Disse skal kobles opp mot kontaktpunktene i modellhuset som vist på figur 96. Dessuten fjernes bindersene. Alle de fire ledningene på høyre side kuttes like lange og avisoleres på enden.



Figur 96 Oppkobling av selvlaget fuktighetsindikator.

Dersom vi måler spenningen mellom de to grønne ledningene, vil finne at:

- ingen fuktighet (ingen deteksjon) gir 9,6 Volt (>8 Volt, sikker høy spenning)
- fuktig (deteksjon) gir 4,0 Volt (<5 Volt, sikker lav spenning)

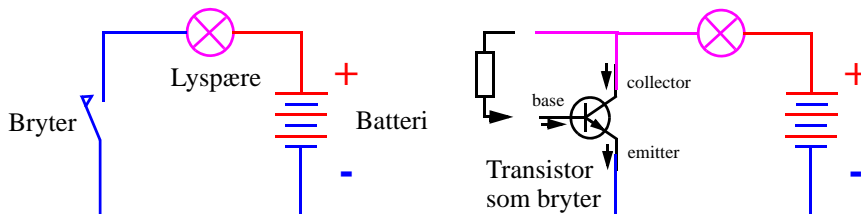
Dette viser at ingen deteksjon av fuktighet gir en spenning på utgangen av sensoren på ca. 9,6Volt. For at styreenheten i det intelligente huset skal være helt sikker på at det ikke er detektert fuktighet, må spenningen være over 8 Volt, hvilket den er.

På samme måte ser vi at ved deteksjon av fuktighet så er spenningen på utgangen av sensoren 4 Volt. For at styreenheten skal være helt sikker på at det er detektert fuktighet, må spenningen være under 5 Volt, hvilket den er.

9.4 Fuktighetsdetektorens virkemåte

Vi skal nå forsøke å bruke noe av det vi har lært i kapitlene foran.

Målsettingen med dette avsnittet er å gi en kvalitativ forståelse av hvordan strømforsterkeren virker. Vi begynner med det kjente, og starter med en enkel sluttet krets med en lyspære, en bryter og et batteri. Lyspæren kan godt byttes ut med en sirene eller lyd giver om vi ønsker det.

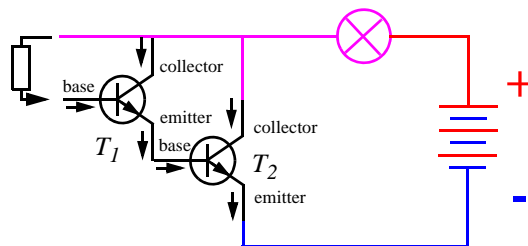


Figur 97 Forenklet forklaringsmodell av strømforsterkeren

Figur 97 A) viser en enkel krets med bryter for å slå på lyset i ei lyspære. Når vi presser inn bryteren slutes kretsen og det begynner å gå strøm fra batteriets positive pol gjennom pæra og bryteren, og tilbake til batteriets negative pol.

I stedet for å trykke på en bryter, ønsker vi å slå lyset av og på ved hjelp av en liten elektrisk strøm. Vi bytter derfor ut bryteren med en transistor. Vi vet at dersom vi sender en liten elektrisk strøm inn i basen på transistoren, åpner transistoren slik at det kan gå en stor strøm gjennom transistoren fra collector til emitter. Strømmen i basen skaper vi ved å legge en resistor mellom plusspolen på batteriet og basen på transistoren. Resistoren kan også være kroppen vår. Den lille strømmen inn i basen medfører at det kan gå en stor strøm gjennom lyspæra som begynner å lyse. Vi har laget oss en strømstyrt elektrisk bryter.

For at vi skal kunne styre transistorbryteren med en enda mindre strøm, henger vi på en transistor til.



Figur 98 Forenklet forklaringsmodell med to-trinns transistorforsterker.

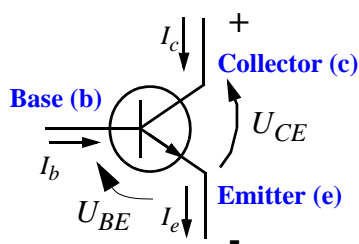
Figur 98 viser hvordan dette kan gjøres ved at vi kobler til enda en transistor. En ørliten strøm i basen på T_1 , vil åpne transistoren T_1 som vil lede en større strøm inn i basen til den andre transistoren, T_2 , som i sin tur åpner for at en stor strøm kan begynne å gå gjennom lyspæra. En slik kobling blir brukt for å øke strømforsterkningen i en transistor og går under navnet *Darlingtonkobling*, oppkalt etter den som først brukte denne koblinga.

På bakgrunn av dette og det vi tidligere har lært om komponenter og kretser, skal vi nå forsøke å forstå hvordan strømforsterkeren vi har laget virker.

Det er to ting vi må huske på for å forstå hvordan kretsen virker.

- 1) Når spenningen mellom basen og emitteren, U_{BE} , hos en transistor kommer over ca. 0.6V, begynner det å gå en liten strøm inn i basen på transistoren. Når det skjer, begynner transistoren å lede, dvs. det begynner å gå en stor strøm gjennom transistoren, fra collector til emitter og tilbake til batteriet.
- 2) Når det går en strøm gjennom en resistor kan vi måle en spenning over den. Spenningen bestemmes av *Ohms lov* som sier:

$$\text{Spenningsverdien} = \text{Resistansen} \cdot \text{Strømverdien}$$



Figur 99 Strømmer og spenninger i transistoren.

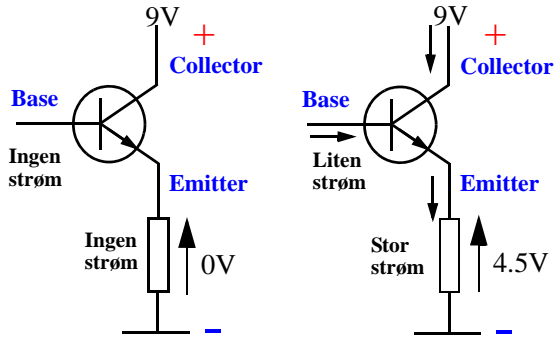
$$U = R \cdot I$$

Dersom strømmen gjennom resistoren er null, vil det heller ikke bli noe spenningsforskjell over den. Eller sagt på en annen måte, dersom spenningen over resistoren er null vil det heller ikke gå noen strøm i den.

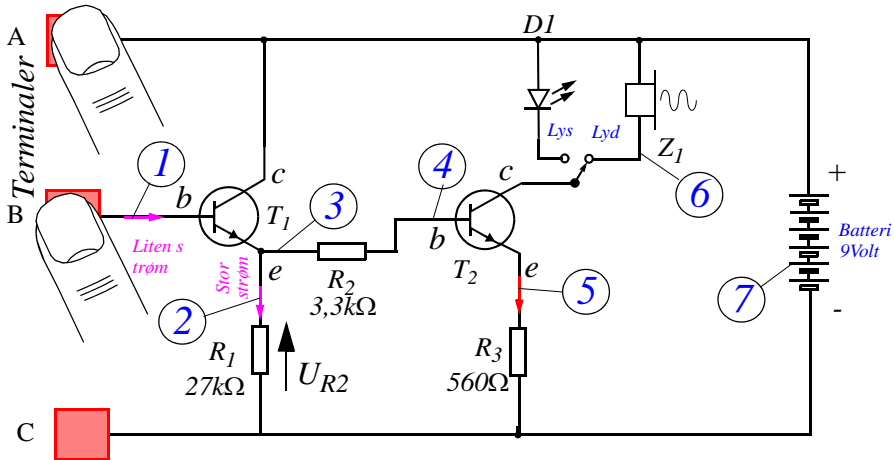
Dersom vi husker disse to tingene kan vi forstå hvordan kretsen fungerer.

Se på skjemaet på figur 101 mens vi forklarer kretsens virkemåte. Når vi snakker om spenningen i et punkt, mener vi alltid spenningsforskjellen mellom dette punktet og jord, som ofte er minuspolen på batteriet.

1. Tenk deg at du holder en finger på to platene, A og B, som vist på figur 101. Siden huden vår gjerne er litt fuktig, vil det gå en liten strøm fra plusspolen på batteriet (den øverste plata), gjennom kroppen vår og inn i basen (b) på transistor T_1 .
2. Når det går en liten strøm inn i basen på denne transistoren, begynner det å gå en stor strøm fra collectoren (c), gjennom transistoren og ut gjennom emitteren. Dvs. at det også går en stor strøm gjennom resistoren R_1 .



Figur 100 Liten strøm styrer en stor strøm.



Figur 101 Kretsskjema for strømforsterkeren.

3. Når det går en stor strøm gjennom resistoren R_1 , vil det i følge Ohms lov, oppstå en spenning over denne resistoren, og spenningen i punktet 3 øker.

4. Når spenningen mellom punktet 3 og jord øker, vil også spenningen i punktet 4 øke omtrent like mye. Dette skyldes at strømmen gjennom resistoren R_2 er relativt liten, og dermed, i følge Ohms lov, også spenningen over resistoren.
5. Når spenningen i punkt 4 øker, vil spenningen, U_{BE} , mellom basen og emitteren på transistor T_2 øke til over 0.6V og det begynner å gå strøm gjennom denne transistoren. Denne strømmen er vesentlig større enn strømmen gjennom transistoren T_1 . Kretsen har med andre ord en betydelig strømforsterkning.
6. Siden strømmen som går gjennom transistoren fra collectoren (c) og emitter (e) også må gå gjennom lyd giveren eller lysdioden vil vi få lys eller lyd.
7. Batteriet sørger for at det står spenning over kretsen og får det til å gå strømmer gjennom transistorene.

Når vi nå skjønner hvordan kretsen virker, skal vi se hvordan vi kan anvende den på forskjellige måter.

9.5 Alternative bruksområder

Vi skal i dette avsnittet skal vi vise noen alternative måter å bruke kretsen på.

9.5.1 Fuktighetsindikator

Siden det bare skal en ørliten strøm til for at kretsen skal gi alarm eller lyssignal, kan den benyttes til å indikere fuktighet. Rent vann leder strøm svært dårlig. Er vannet forurenset, vil det lede strømmen noe bedre. Forsøk viser at selv om vi bruker destillert vann så vil strømmen gjennom vannet være tilstrekkelig til at kretsen gir signal.

Ta av isolasjonen på de grønne ledningene (A og B) på kretsen og tre dem inn i tørkepapiret som vist på figur 102.

Når papiret blir vått, vil det gå en liten strøm mellom ledningene, og alarmen går.

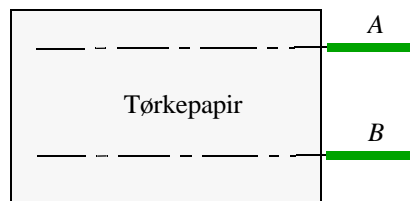
Oppgaver:

Be elevene komme med forslag til hva en slik krets kan brukes til!

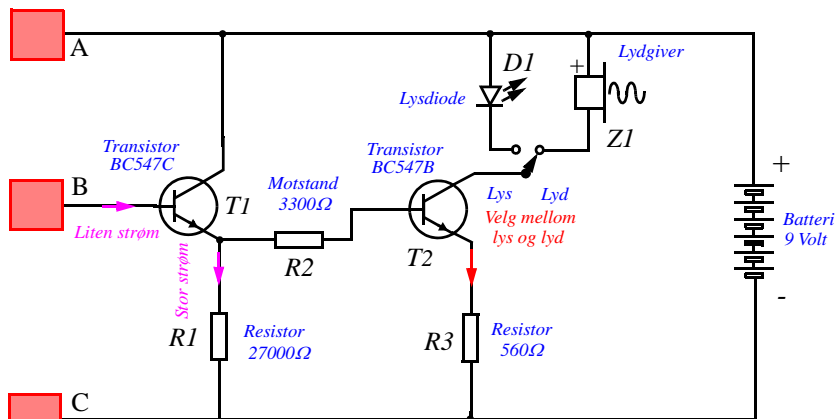
Er det mulig å gjøre noen forandringer på kretsen slik at alarmen går når papiret er tørt, men holder stilt når det er vått?

Hva kan en slik variant av kretsen brukes til?

Figur 103 viser koblingsskjemaet for fuktighetsindikatoren



Figur 102 Ved å tre de avisolerte ledningene gjennom et tørkepapir økes detektorens følsomhet for små vannmengder.



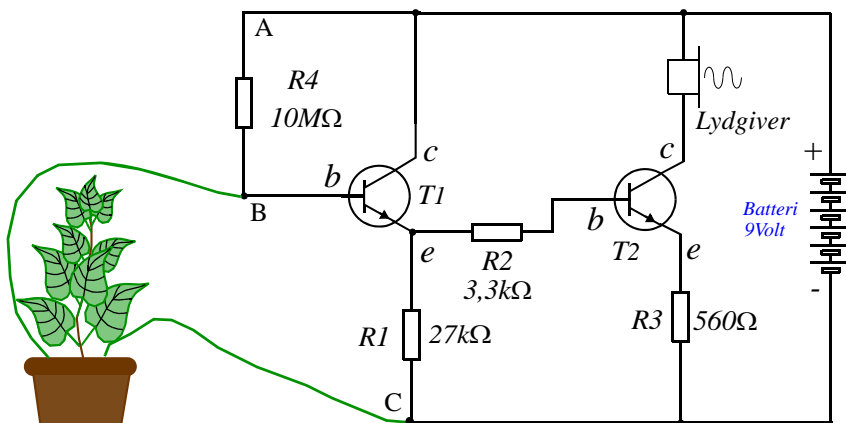
Figur 103 Koblingsskjema for en fuktighetsdetektor.

9.5.2 Tørkedetektor

En tørkedetektor er en praktisk innretning som f.eks. kan brukes til å “holde øye med” potteplantene. Når plantene begynner å lengte etter vann, vil en slik alarm si i fra og hindre at plantene tørker ut og dør.

Med en svært enkel modifikasjon kan vår fuktighetsdetektor gjøres om til en tørkedetektor. Vi ønsker ingen alarm så lenge det er vått, men så snart planten begynner å bli tørr skal alarmen gå.

Figur 104 viser hvordan dette kan gjøres. En resistor (R_4) med svært høy resistans, kobles fra basen på transistor T_1 og opp til den positive polen på batteriet. I tillegg kobler vi en ledning fra den samme basen og stikker den ned i jorda på potteplanten.



Figur 104 Koblingsskjema for en tørkedetektor.

Ta en annen ledning og før fra den negative polen på batteriet og ned et annet sted i jorda.

Hvordan virker denne kretsen?

Så lenge jorda er fuktig vil basen på transistor T_1 ligge til jord (bokstavelig talt). Dvs. siden jorda i planten er våt, leder den strøm ganske godt (lav resistans). Spenningspotensialet på basen er derfor nesten null og det går ingen strøm inn i basen på transistor T_1 . Det betyr at det heller ikke går noen strøm i T_2 og lydgifveren er “død”.

Når så jorda begynner å bli tørr, vil resistansen i jorda bli langt høyere, og resistoren R_4 drar spenningspotensialet på basen til T_1 opp mot plusspolen på batteriet, og transistor T_1 begynner å lede strøm. Strømførsterkeren forsterker opp denne strømmen og lydgifveren avgir lyd.

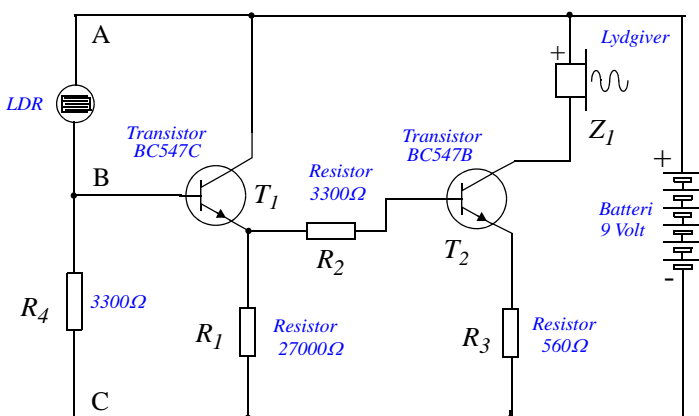
Vi har fått en tørkedetektor.

Dersom lydgifveren gir alarm for sent reduseres verdien på R_4 .

9.6 Lysdetektor

Denne kretsen bruker en lysfølsom resistor (LDR) mellom basen på transistoren T_1 og den positive polen på batteriet. Når det er lyst blir resistansen i den lysfølsomme resistoren lav og basen på T_1 “løftes” opp til den positive spenningen, og det begynner å gå en liten strøm inn i basen på T_1 . Dermed går alarmen.

Når det er mørkt vil resistansen i den lysfølsomme resistoren være høy og basen blir dradd ned til den negative spenningen av resistoren R_4 , og T_1 leder ikke strøm.



Figur 105 Koblingsskjema for en lysdetektor.

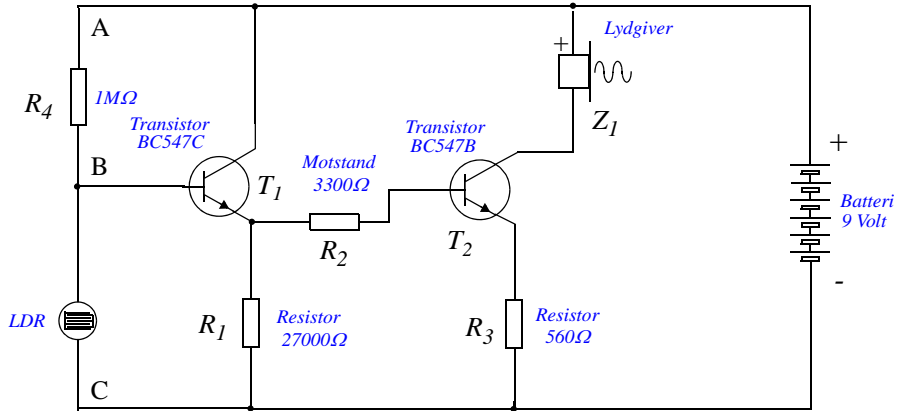
Oppgave:

Spør elevene om de kan tenke seg hvordan en slik krets kan brukes.

Hva kan vi bruke den til dersom alarmen byttes ut med en kraftig lyspære?

9.7 Mørkedetektor

Tilsvarende kan vi gjøre om kretsen til en *mørkedetektor* ved at den lysfølsomme resistoren kobles mellom basen og minus-polen. I dette tilfellet må vi koble basen til den positive polen gjennom en ganske stor resistans som vist på kretsskjemaet under.



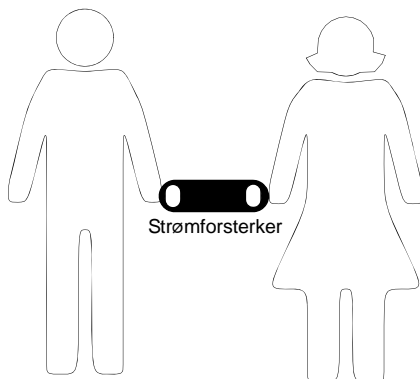
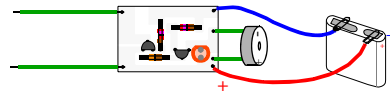
Figur 106 Koblingskjema for en mørkedetektor.

Opgave:

Utfordre elevene til å tenke gjennom hva denne kretsen kan brukes til?

9.8 “Elevprobe” - Hvem holder hverandre i hånda?

Elevene deles inn i grupper på 8 - 12 stykker. Hver gruppe får tildelt en “elevprobe” som er en strømforsterker som kan detektere om det er kroppskontakt mellom to eller flere elever.

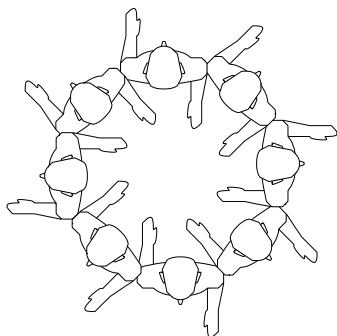


To av elevene tar tak i hver sin side av elevproben. Disse to skal være “proben” som skal detektere om det er kroppskontakt mellom de andre elevene.

De øvrige elevene stiller seg i en ring med ryggen mot hverandre. De holder *en* hånd foran seg. Med den andre hånden som de har på ryggen, griper de om hånden til en eller flere av de andre i gruppa. Når de har funnet den hånden de vil holde i, må de holde fast på denne til målingene er avsluttet. Ikke alle elevene trenger å holde noen i hånda, og noen kan holde flere i hånda. Husk at en må berøre hud for å få kontakt.

Elevene med “proben”, griper hver sin hånd i gruppen med sin ledige hånd. Dersom proben gir lyd, holder de to gruppe-medlemmene hverandre i hendene, om ikke så har de ikke kroppskontakt med hverandre.

En av elevene skriver opp navnene på de som står i ringen og har til oppgave å notere ned hvem som holder hvem i hånden, etterhvert som de to “probe”-elevene finner ut hvem som holder i hvem.

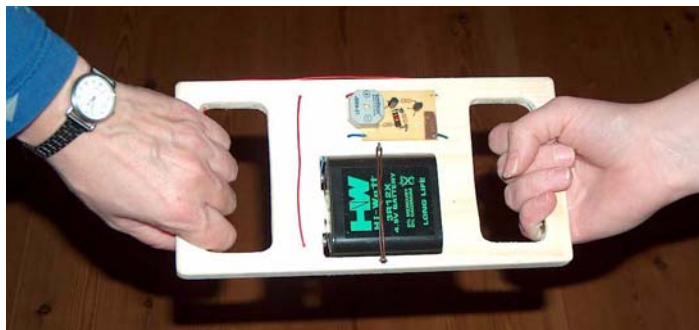


8 elever i ring

	Øystein	
Gunnhild		Maria
Odd		Frode
Sissel		Ingvill
	Nils	

Figur 107 Elevene står i ring med ryggen mot hverandre. Noen elever holder i hverandre.

Når de mener at de har funnet svaret, snur elevene i ringen seg mens de fortsatt holder fast på hendene til de andre. Så kontrolleres om “probe”-elevene har funnet riktig svar.



Figur 108 Elevprobe.

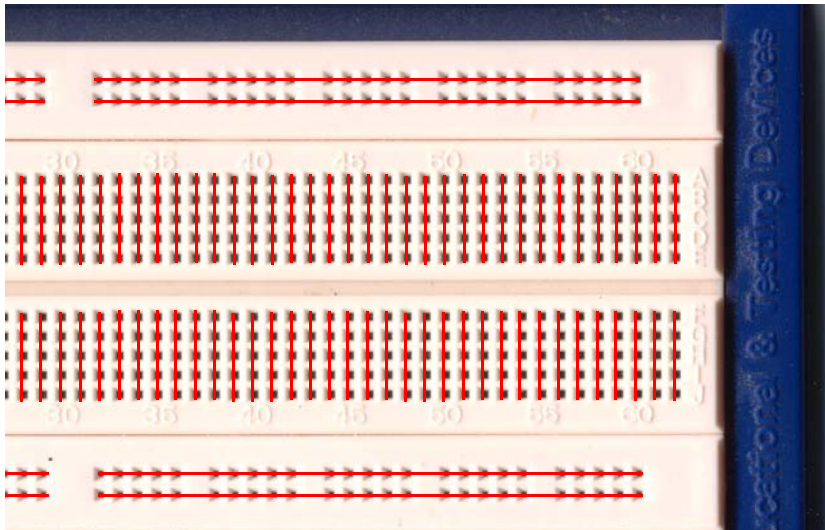
Oppgave:

Utfordre elevene til å tenke gjennom om leken kan organiseres på andre måter?

9.9 Ombygging av fuktighetsindikator på koblingsbrett

Forslagene til endringer i kretsen kan lett utføres dersom en kobler de tre grønne ledningene opp mot et koblingsbrett.

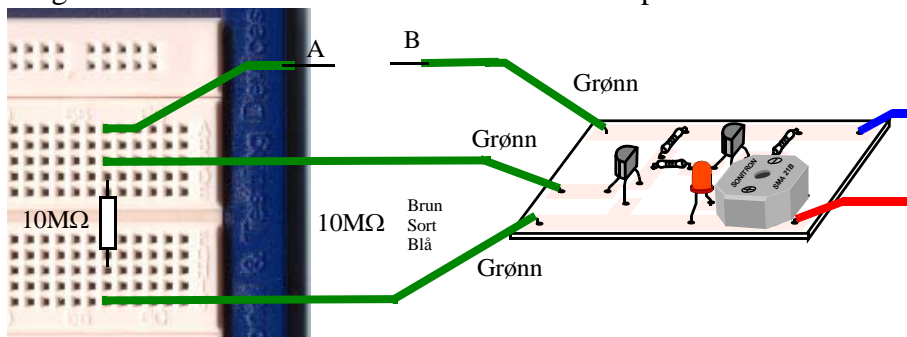
Under oppkoblingen må vi vite hvilke koblingspunkter som er forbundet på koblingsbrettet. Dette er vist på figur 9.1.



Figur 9.1 Sammenkobling av kontaktpunkter på koblingsbrettet.

9.9.1 Oppkobling av tørkedetektor

Oppkoblingen viser hvordan kretsen kan kobles opp som tørkedetektor i stedet for fuktighetsdetektor. Til dette bruker vi en motstand på $10M\Omega$



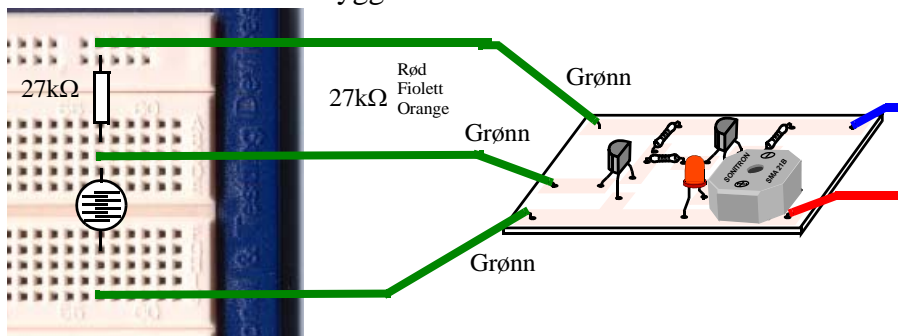
Figur 9.2 Tørkedetektor.

Kretsen gir signal når forbindelsen mellom A og B er brutt, dvs. blomsten er tørket ut.

Hvordan virker denne kretsen?

9.9.2 Lysdetektor

Oppkoblingen viser hvordan kretsen kan kobles opp som lysdetektor. Til denne kretsen bruker vi en fotomotstand (LDR) og en motstand på $27k\Omega$ i tillegg til strømforsterkeren som vi har bygget.



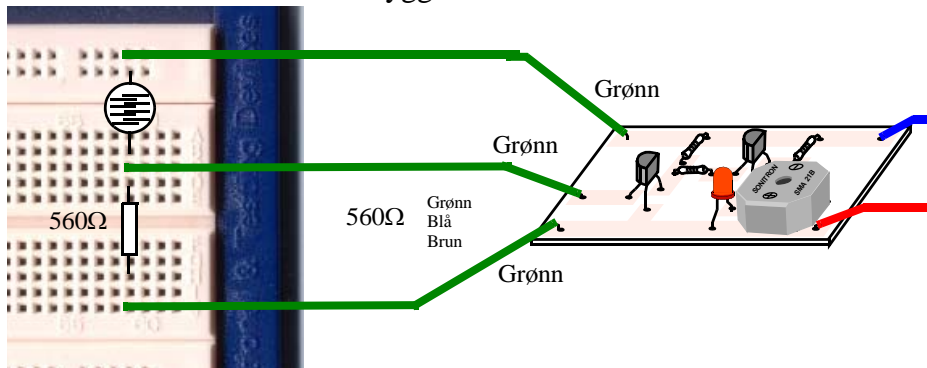
Figur 9.3 Lysdetektor.

Kretsen gir signal når det blir lyst.

Hvordan virker denne kretsen?

9.9.3 Mørkedetektor

Oppkoblingen viser hvordan kretsen kan kobles opp som mørkedetektor. Til denne kretsen bruker vi en fotomotstand (LDR) og en motstand på 560Ω i tillegg til strømforsterkeren som vi har bygget.



Figur 9.4 Mørkedetektor.

Kretsen gir signal når det blir mørk.

Hvordan virker denne kretsen?

DEL III

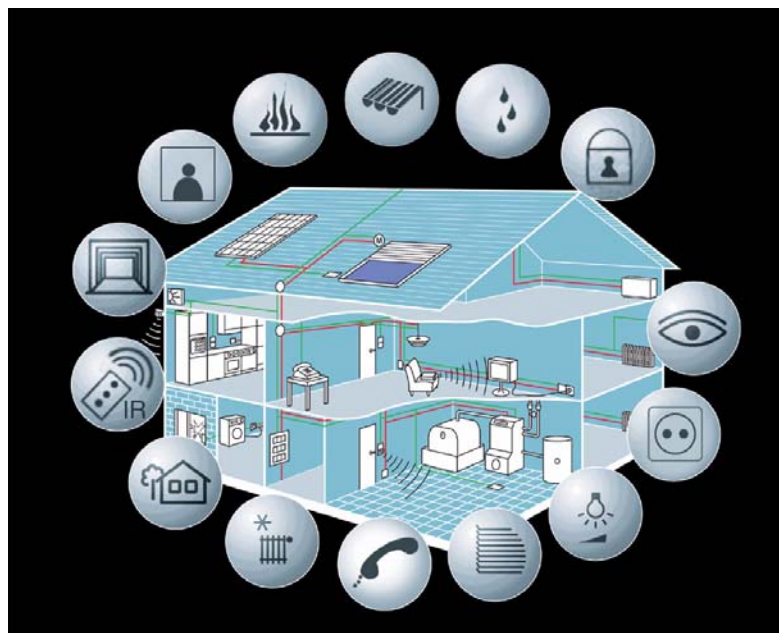
DET INTELLIGENTEHUS

I del III av boka vil vi omtale følgende tema:

- **Kapittel 10** *Det intelligente hus*
Kapittelet gir en oversikt over mulige funksjoner i det vi kan kalle et intelligent hus.
- **Kapittel 11** *Grunnleggende logiske funksjoner*
Kapittelet gir en kort innføring i grunnleggende logiske funksjoner. Dessuten gis en oversikt over spesialfunksjoner som følger med LOGO!
- **Kapittel 12** *Programmering av LOGO!*
Kapittelet gir en kortfattet innføring i programmering av LOGO!, samt en oversikt over programmets muligheter. Kapittelet egner seg godt til å komme i gang (tutorial).
- **Kapittel 13** *Det intelligente modellhuset*
Kapittelet viser hvordan det intelligente modellhuset er bygget opp. Kapittelet tjener til å gjøre leseren kjent med de enkelte delene av huset.
- **Kapittel 14** *Øvingsopplegg - programmering av det intelligente modellhuset*
Kapittelet gir enkle øvingsoppgaver som ved gjennomføring vil bygge opp funksjonene i det intelligente huset steg for steg.

10 Det intelligente hus

I dette kapittelet skal vi se på hvilke muligheter det intelligente huset gir oss.



Figur 109 Ulike funksjoner i et "intelligent" hus.

10.1 Universell utforming¹

I november 2004 la Regjeringen fram Handlingsplan før økt tilgjengelighet for personer med nedsatt funksjonsevne - plan for *universell utforming*² innen viktige samfunnsområder.

Handlingsplanen er femårig (2005 - 2009) og viser hvordan staten vil samle og styrke innsatsen for å gi alle innbyggere likeverdige muligheter til å være aktive i samfunnslivet og privat. Planene retter seg mot å forebygge og fjerne samfunnsskapt barrierer innen viktige samfunnsområder som bygg, uteområder, transport og IKT.

Universell utforming er derfor et mål for fremtiden (jfr. stortingets innstilling til Nasjonal Transportplan 2006 - 2015 og Eiendomsutvalgets Innstilling om offentlig eiendomsforvaltning). Tilgjengelighet skal kombineres med bærekraftig utvikling, estetikk, økonomi og sikkerhet.

Livsløpsstandard

Husbankens livsløpsstandard skal sikre god tilgjengelighet slik at boligen kan brukes i alle perioder av livet, også ved nedsatt bevegelse og bruk av rullestol. En livsløpsbolig er ikke en spesialbolig for rullestolbrukere, men en bolig som med enkle midler kan tilpasses en mulig bruker av rullestol.

Livsløpsstandard forutsetter:

- Trinnfri adkomst fra biloppstillingsplass og til inngangsdør
- Stue, kjøkken, bad, soverom og atkomst til uteplass på inngangsplan
- En rullestolbruker skal kunne åpne/lukke og passere gjennom alle nødvendige dører.
- En rullestolbruker må komme fram til og kunne betjene det enkelte rommets funksjoner.

Husbankens livsløpsstandard er for tiden under bearbeiding for i større grad å inkludere prinsippene for universell utforming eller tilgjengelighet for alle.

Intelligente hager og hus

Hus og hage kan gis egenskaper som øker komforten, bedrer sikkerheten og økonomien.

Dette oppnås ved å etablere et kabel- eller trådløst nett (kommunikasjonsnett) i hage og hus slik at elektrisk og elektronisk utstyr kan kommunisere med hverandre. Husets totale elektriske anlegg (lys/varme/maskiner), informasjons- og kommunikasjonssystemer kan dermed integreres og overvåkes/styres ved hjelp av en hussentral via PC eller mobiltelefon.

-
1. Stoffet til dette avsnittet er hentet fra et notat utarbeidet av Knut Moen som er engasjert av Boligprodusentenes forening for å videreutvikle undervisningsopplegget BOLIGabc.
 2. Universell utforming er utforming av produkter og omgivelser på en slik måte at de kan brukes av alle mennesker i så stor utstrekning som mulig uten behov for tilpasning og en spesiell utforming. Begrepet brukes gjerne synonymt med *Tilgjengelighet for alle*.

Kabelsystemet gjør det mulig å bruke tv, telefon, datamaskiner, telefaks, telefon, sikkerhetsutstyr osv i hagen og i alle rommene i huset. Det digitale interne nettverket er konstruert for å tilfredstille kravet til hastighet og kapasitet. Kabler, kontakter og koplingsmateriell skal være tilpasset hverandre etter EU standard.

Innbruddsikring.

Innbruddsikringen integreres med de andre installasjonene i hagen og huset for eksempel lys og elektroniske innretninger. Det skal se ut som hagen og huset er bebodd når de som bor der er borte. Alarmen i og utenfor huset bråker, lys blinker og varsler vaktsselskap.

Brannalarm.

Røykdetektorer redder liv og sikrer eiendom. 22 % av alle branner i boliger har el-årsak og 15 % skyldes feil bruk av el-utstyr. Detektorer varsler hussentral som igjen varsler vaktsselskap og/eller eier via mobiltelefon.

Vannalarm og vanningsanlegg.

Vannskader fører til kostbare reparasjoner i boliger. De vanligste skadene skyldes lekkasjer fra vaske- og oppvaskmaskiner, fra sprekkdannelse i rør og koblinger på grunn av aldring, dårlig utførelse eller frostskaider. Det monteres fuktighetsdetektorer i alle våtrom slik at en lekkasje varsles umiddelbart. Fuktighetsdetektorer kan også monteres på utsatte steder i kjeller, kryperom, vegger og takkonstruksjoner for å varsle fuktighet som kan påføre huset råteskaider. Detektorene varsler hussentral som igjen kontakter eier via mobiltelefon.

Detektorer kan monteres i hagen for automatisk vanning av plen, busker og planter.

Lys- og varmestyring.

Energisparing og økt komfort er viktige begreper i et intelligent hus. Ved hjelp av følsomme termostater har en oversikt over temperaturen i alle rom. Oppvarmingen kan styres slik at den passer for hver enkelt. Dag- og nattemperaturen stilles inn individuelt for hvert rom. Temperaturen senkes når huset står tomt og kan stilles inn slik at en kommer tilbake til ønsket temperatur. Varmen settes på sparing når huset står tomt i lengre perioder og temperaturen kan ved hjelp av mobiltelefon økes/styres og avleses/kontrolleres etter behov. Lyset slås av og på ved bevegelse i hagen og huset/rommet og unødvendig lys slås av om natten. Lysstyrken reguleres med dempere. Dempes lyset 10 % oppnås 50 % lengre levetid på pærene samtidig som strøm spares.

Lyset kan slås av, gjerne til ulike tider av døgnet, når en er på ferie slik at hagen og huset ser bebodd ut.

Overvåkningssystem.

Et overvåkningssystem er et viktig element for å gi komfort og sikkerhet. Kamera plasseres i hagen ved inngangspartiet og kobles opp mot TV eller egen monitor. Kameraet kan også kobles til ekstra utelys slik at disse tennes/blinker når noen nærmer seg huset. Kamera kan monteres på barnerom som "barnevakt" og kombineres med 2 veis talesystem.

I det neste avsnittet skal vi gå litt nærmere inn på de enkelte delene av elementene i et slikt styrings og overvåkningssystem.

10.2 Elementene som inngår i inngår i intelligente hus

En av forutsetningene for intelligente hus er at de enkelte elementene kan kommunisere med hverandre. Eksempelvis betyr dette at bevegelsesdetektoren i stua må kunne varsle sentralen i entreen, og at samtlige ovner må kunne styres fra den samme sentralen o.l. For at dette skal være mulig må en ha et effektivt kommunikasjonsnett, slike nett kan enten være ført i egne kabler, eller sammen med strømmettet (240V nettet) eller trådløst. Ofte betegnes slik nett for en *buss* eller *feltbuss*.

En kan kanskje tenke på feltbussen som en felles transportmiddel for meldinger som skal til de forskjellige enhetene (ovnen, lyspunktet, detektoren). Hver melding er adressert slik at den kommer fram til riktig sted, akkurat som pasasjerene på bussen vet akkurat hvor de skal stå av for å komme dit de skal.

I det videre har vi hentet eksempler fra Siemens sitt sortement. Vi skylder å gjøre oppmerksom på at det finnes flere aktører på dette markedet.

10.2.1 Feltbuss (Instabus)

Siemens benytter en feltbuss (Gamma Instabus) som forbinder alle installasjoner. Dette er en buss bassert på kabel (to ledninger). Styringsinformasjon sendes etter hverandre i tid (på seriell form). Dersom denne legges til samtlige punkter i huset har en senere full frihet til å endre funksjonalitet etter behov. Bussen kan også kommunisere på 240V nettet, dvs. at nettleidingen både fører fram elektrisk energi og styring- og kontrolldata.



Figur 110 Eksempler på enheter for styring (konsoller)

Enhetene for styring kan være enkle eller mer sofistikerte. Figur 110 viser tre ulike varianter brytere som f.eks. kan brukes ved dimming av lys, styring av vinduer eller persiener.

Alternativt kan et trådløst kommunikasjonsnett tilsluttes feltbussen (Gamma wave). Da slipper en å legge kabler til alle enheter. Dette opererer på 868MHz.

10.2.2 Fjernstyring

Styringen trenger ikke nødvendigvis bare skje på stedet. En kan ringe opp systemet fra mobiltelefonen og slå på varme, lys eller lignende. Dette kan være aktuelt før en reiser på hytta.

Eller en befinner seg på ferie og kommer på at en kanskje har glemt å skru av lyset eller slått av kaffetrakteren. Da gir systemet ved oppringning av sentralen i huset mulighet til å undersøke hva som er på og hva som er avslått, ev. at en kan slå av strømmen.

Systemet kan også bygges ut til å sjekke om vinduer er lukket eller at temperaturen innendørs er tilfredsstillende. Om så ikke skulle være tilfelle kan en ev. slå på en ovn slik at temperaturen blir som ønsket, eller lukke et åpent vindu.

Dersom en er redd for at huset ser tomt ut og at noen skal gjøre innbrudd, kan en sørge for at lysene går av og på og/eller at persienne går opp og ned regelmessig o.l. mens en er borte.

For å få full styring og kontroll er det en fordel å ha et modem og en PC. En kan da koble seg opp mot den lokale sentralen hjemme ved hjelp av telefonnettet og en PC.



10.2.3 Sikkerhet



Systemet kan selvfølgelig også knyttes opp mot ulike alarmfunksjoner. Bevegelsessensorer, som vanligvis benyttes for å tenne lys i rommene etter som en beveger deg inn og ut av rom, kan om natta eller når man er på jobb, brukes til å avsløre uforutsett bevegelse fra inntrengere.

Status på alarmanlegget kan også monitoreres via telefonnettet slik at en kan se hva som skjer og har skjedd i huset mens en har vært bortreist. Alarm trenger ikke nødvendigvis være sterk lyd, men også lys som tennes for å skremme ev. inntrengere.

Systemet kan selvfølgelig inkludere røykvarslere som automatisk er koblet opp mot vaktelskaper, som i sin tur varsler brannvesenet. Dette er f.eks. optisk baserte røykdetektorer slik at en unngår problemer med radioaktive kilder og avfallsproblemer.

Alarmfunksjonen kan lett deaktiveres ved at en stikker nøkkeln i låsen og låser opp døra.



Systemet kan også sjekke om alle vinduer er lukket, ev. varsle hvilke som er åpne idet en legger seg. Dette oppnås ved at det monteres magnetbrytere til alle vinduer.

Systemet kan også tilby mulighet for å iverksette panikkalarmer. Skulle det skje noe uventet kan en ved et trykk på en alarmknapp ringe opp alarmsentralen og sende bud på hjelp. En såkalt “panikknapp”. Slike systemer kan kombineres med sikkerhetsalarmer for eldre og uføre.

Ved vannlekkasjer kan en også sørge for at hovedvanninntaket til huset stenges for å hindre vannskader.



10.2.4 ENØK



Når man er på ferie kan en ha konstant temperatursenkning for å spare strøm, samtidig som man ikke risikerer at vannledninger fryser, planter dør o.l. Når en reiser fra oppholdet kan termostatene settes opp slik at det er behagelig når man kommer hjem. I tillegg legges inn nattsenkning slik at temperaturen senkes om natten. Dersom vinduene overvåkes, unngår en unødig utlufting av varmluft. Dessuten kan en sørge for at temperaturen i rom, som ikke er i bruk, holdes nede på et akseptabelt nivå. Når rommene tas i bruk settes temperaturen opp. På denne måten kan en spare inntil 30% av utgiftene til oppvarming.

Systemet kan også programmeres til å slå på f.eks. vaskemaskinen til tider av døgnet når belastningen på nettet er lavere. På denne måten fordeles belastningen jevnere over døgnet.

En kan også tillate at ulike systemer fungerer sammen, ved at samspillet mellom innetemperatur, solinnstråling, lufting og bruk av persienner kan optimaliseres mht. energiforbruk.

På større hus kan en på solrike dager få systemet til å åpne luftevinduer i taket slik at den varme luften slipper ut og man oppnår behagelig innetemperatur.

10.2.5 Audiovisuelt utstyr

Mange har dyre stereoanlegg eller hjemmekinoanlegg. Mye kan styres for slike anlegg. Når man skal ha en kinoaften kan en ved enkle tastetrykk:

- Senke lærret og projektor fra taket
- Dempe lyset til forhåndsinnstilt styrke
- Trekke for gardiner
- Skru på forsterkere og DVD-utstyr

- Starte filmen som er i spilleren

Om noen ringer på døra mens filmen er i gang, kan den settes på pause, lysen skrues litt opp, og bilde fra kameraet ved ringeapparatet vises på skjermen¹.

10.2.6 Overvåking og styring

“Gamma vision” er en programpakke som installeres på PC’en. Via denne programvaren kan systemet settes opp med den funksjonalitet installasjonene tillater. Den gir full oversikt og monitorering av tilstanden til systemet. Programvaren gir også mulighet til å føre statistikker, enten daglig, ukentlig, månedlig eller på årsbasis.

10.2.7 Oppkobling mot andre bussystemer

Ved såkalte “Gamma gate ways” kan Instabus kobles opp mot f.eks. ISDN, telenettet, LAN eller TP/IB (Internett). En spesiell kommunikasjonsenhet sørger også for kommunikasjon med LOGO! enheter.

10.2.8 Annet

Bruken av persienner kan også bestemmes av vindtrykket. Ved sterk vind heises persienner eller markiser opp, og andre hensyn skyves til side. Systemet har derfor mulighet til å måle vindhastighet.

Likeledes kan en få systemet til å lukke alle vinduer dersom det påvises regn. Eller en kan forlange at persiennene er nede inntil en ønsker å stå opp og slippe lyset inn.

Hvert lyspunkt kan styres individuelt slik at en kan tilpasse belysningen rundt om i huset til sitt eget individuelle scenario knyttet til når en ser på TV, når en er på jobb eller når en spiser middag osv.



Computer



Garage door



Solar collectors



Heating



Awning



Doorbell



Small household appliances



Venetian blinds



Alarm



Telephone



Air conditioning



Lights

1. Hentet fra [17].

Et roms funksjonalitet kan endres etter som behovene endres. Det betyr at et barnerom kan endres til et kontor, et rom tilpasset eldre eller en funksjonshemmet ved at rommets fasiliteter omprogrammeres til å tilfredstille de nye kravene. Veggmonterte kontrollpaneler kan lett erstattes med fjernstyringsmuligheter.

Systemet kan som antydnet, kobles til telefonsystemet og til PC'en for styring og overvåking.

Fjernstyringsenheter som benytter IR-transmittere er også tilgjengelige. Disse kan f.eks. fungere som håndholdte fjernkontroller ala fjernkontroll for fjernsyn.

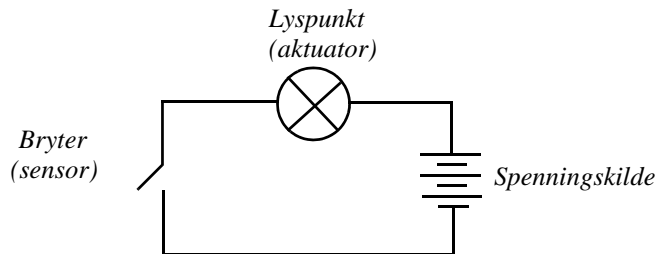
11 Grunnleggende logiske funksjoner

Dette kapittelet gir en enkel introduksjon til grunnleggende logiske funksjoner samt knytte disse til tradisjonell kretslære. Logiske funksjoner er grunnlaget for all styring og overvåking.

La oss ta utgangspunkt i en enkel elektrisk krets.

11.1 Enkel elektrisk krets

Under er vist en enkel elektrisk krets slik vi kjenner den igjen fra elektrisitetslæra. Kretsen inneholder en bryter (sensor), en spenningskilde og et lyspunkt (aktuator).



Figur 111 Enkel elektrisk krets tegnet med symboler.

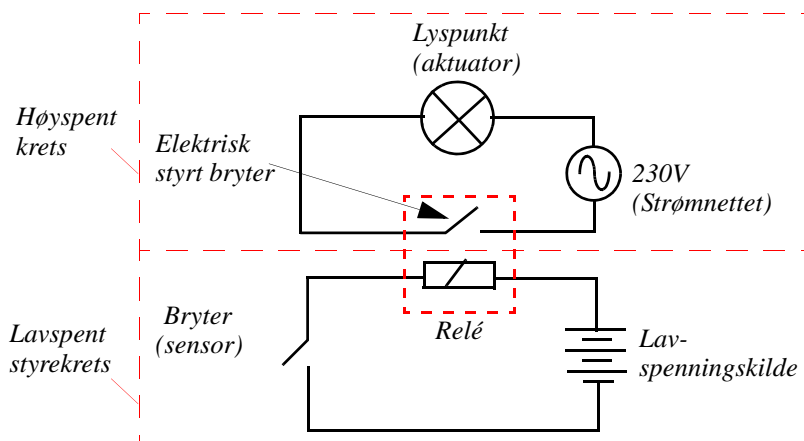
Her vil vi kalle bryteren en *sensor* som i sin generelle form er en komponent som innhenter informasjon på stedet, i dette tilfellet den registrerer et lett trykk.

Lyspunktet kaller vi en *aktuator* som er et kretselement som aktiverer, eller gjør noe med sine nære omgivelser. I dette tilfellet gjør den omgivelsene lyse.

I tillegg må vi ha en spenningskilde som i dette tilfelle er et 4,5V batteri med tre celler.

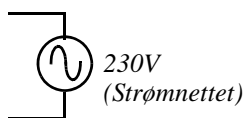
11.2 Styling av elektrisk krets

I dette tilfellet benytter vi en lavspenningskilde som kraftforsyning for lyskilden. Vi kan imidlertid tenke oss at vi benytter lavspenningskilde (4,5V) kun for å kontrollere en høyspenningsskilde (f.eks. 230V). En slik løsning er tegnet i figur 112.



Figur 112 Enkel krets styrt med et relé og en lavspenningskrets.

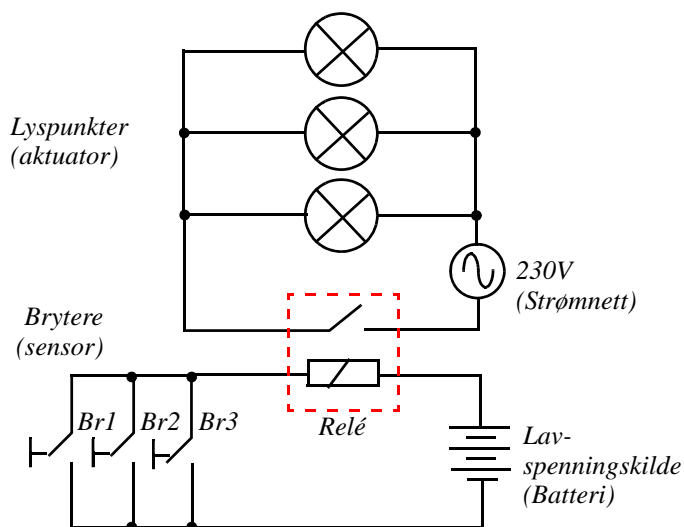
I figur 112 er bryteren koblet inn i en lavspenningskrets. Når vi trykker på bryteren går det en strøm i spolen til et relé, og den elektrisk styrte bryteren i reléet slutter strømmen til lyspunktet som får sin energi fra en 230V spenningskilde (strømnettet). På figuren har vi betegnet strømnettet med en ring med en krøll inni. Det indikerer at strømnettet benyttet vekselstrøm.



Vi har nå skilt mellom en lavspenning styrekrets og en høyspent krets som forsyner lyspunktet (aktuatoren).

Siden det er lett og ufarlig å håndtere spenninger på under 30V så kan vi nå lett lage mange intrikate styrefunksjoner for å slå på denne lyspæren.

La oss innføre noen problemstillinger.



Figur 113 Enkel krets med flere lyspunkter styrt med et rele og flere brytere.

I kretsen på figur 113 er det tre brytere. En slik oppkobling kan i første omgang synes meningsløs, men får mening dersom vi sier at hver bryter er plassert i hver sin etasje i en oppgang i en boligblokk på tre etasjer. Hnesikten er at vi skal kunne slå på lyset i hele oppgangen uansett hvilken etasje vi befinner oss i.

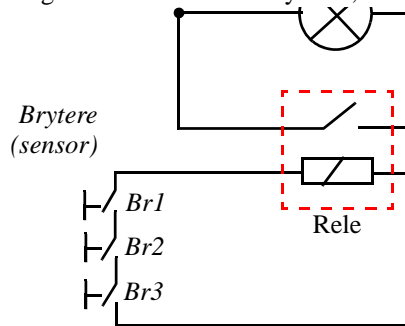
Imidlertid får vi problemer med å slå av lyset dersom vedkommende i etasjen over har slått på sin bryter. Dette kan vi løse ved at bryterne er trykkbrytere som kun er sluttet så lenge trykket opprettholdes, og reléet er et rele som “togler”, dvs. at hver gang det tilføres spenning så skifter det mellom tilstandene *holde* og *slippe*. Slike reléer kan realiseres rent mekanisk. På den måten vil første trykk slå lyset på, det neste trykket slå lyset av osv uansett i hvilken etasje en befinner seg.

I det følgende skal vi anta at reléet ikke har denne toggle-funksjonen, vi skal istedet bruke kretsen til å forklare de enkleste logiske funksjonene og å eller.

Bryterfunksjonen utfører det vi kaller en “eller”-funksjon, dvs. at funksjonen trer i virksomhet dersom *Br1 eller Br2 eller Br3* er trykket inn. Funksjonen trer også i kraft dersom både *Br1* og *Br2* trykkes inn, ja til og med om alle tre trykkes samtidig.

Vi sier at de tre bryterne utfører en *eller-funksjon*.

På samme måte kunne en tenke seg å seriekoble de tre bryterne, som vist i figur 114.



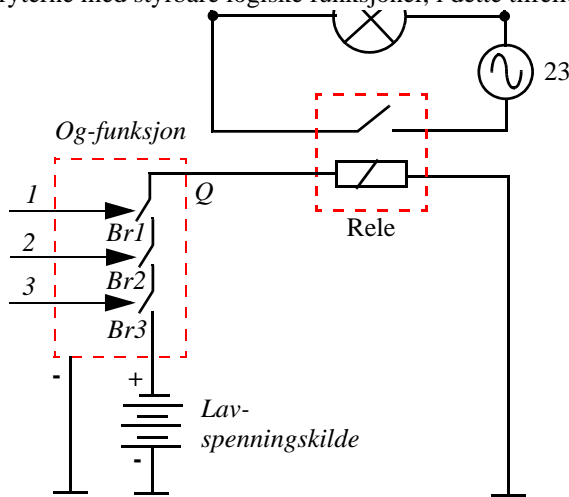
Figur 114 Enkel krets styrt med et rele og flere brytere koblet i serie.

I denne sammenhengen ville vi kreve at de tre naboene var enige om at lyset i oppgangen skulle slås på. Dessuten måtte de være enige om at det skulle skje til samme tid. Bare når alle tre, i hver sin etasje, trykket på bryterne ble det lys. Både bryter *Br1* og *Br2* og *Br3* må være inntrykket for at reléet skal koble inn. Vi sier at de utfører en **og-funksjon**.

Og- og eller-funksjoner er de to grunnleggende funksjonene innen **logiske funksjoner**.

11.3 Grunnleggende logiske funksjoner

La oss bytte ut de tre bryterne med styrbare logiske funksjoner, i dette tilfellet en **og-funksjon**.

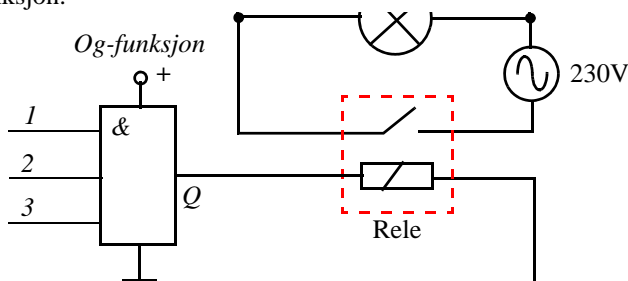


Figur 115 Bryterne er byttet ut med en elektronisk krets som styres med signaler.

I figur 115 er bryterne byttet ut med en logisk og-funksjon. De tre inngangene må samtlige være aktive for at de tre “bryterne” skal koble inn reléet og dermed slå på lyset. Det vi ser inne i og-

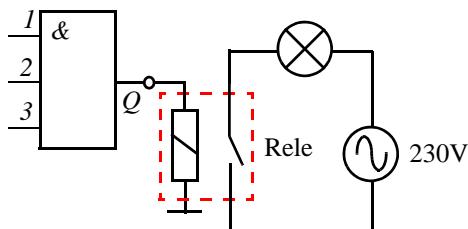
funksjonen er et rent prinsippdiagram. I virkeligheten er elektronikken i kretsen bygget opp på en annen måte.

Istedet for aktive trykk på de tre bryterne, så kreves en spenning på de tre inngangene. Dersom alle de tre inngangene (1, 2 og 3) tilføres en + spenningen (4,5V), så vil utgangen Q få +4,5V og det vil gå strøm i reléet og lyset tennes. Om **en eller flere** av inngangene (1, 2 og 3) er uten spenning, vil ingen ting skje. Vi bytter nå ut *og*-funksjonen med et symbol som vanligvis brukes for denne type funksjon.



Figur 116 Relé styrt med en logisk og-funksjon.

Inngangene til den logiske funksjonen nummereres og utgangen kalles Q. Det er også ganske vanlig at en i et symbolsk diagram utelater jordpunktet og pluss-spenningen, og lar disse være underforstått. Antall innganger til en logisk funksjon, kan variere fra to til så mange en måtte ønske. Tre og fire er ikke uvanlig. Den forenklete kretsen kan tegnes som vist på figur 117.



Figur 117 Logisk og-funksjon koblet til et rele på utgangen.

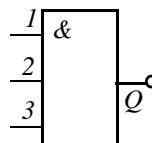
Dersom en benytter 4,5V som spenningsforskyning til styrekretsene, vil utgangen Q få spenningsnivået +4,5V når alle inngangene også er +4,5V. I sammenheng med logiske funksjoner sier en at innganger som ligger på forsyningsspenningen (f.eks. 4,5V) har verdien **1** og innganger som har spenningen 0 har verdien **0**. Det er heller ikke uvanlig å kalle verdien 1 for **høy** og verdien 0 for **lav**.

Brukes denne terminologien for vårt tilfelle vil reléet være aktivt på når inngangene 1, 2 og 3 er 1 (høy), dvs. at også utgangen Q er lik 1 (høy). Vi kan da sette opp det som kalles en sannhets-

tabell for denne type kretser.

Tabell 11.1 Logisk sannhetstabell for en *og*-funksjon med tre innganger.

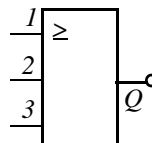
1	2	3	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



En annen vanlig funksjon som vi så vidt har berørt er *eller-funksjonen*. *Eller-funksjonen* vil gi 1 ut dersom en eller flere av inngangene er logisk 1. Tabell 11.2 viser en slik funksjon med tre innganger. Legg merke til symbolet for en *eller-funksjon*

Tabell 11.2 Logisk sannhetstabell for en *eller-funksjon* med tre innganger.

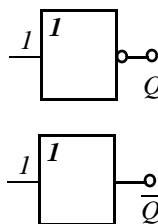
1	2	3	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



En tredje funksjon er *ikke-funksjonen*. Denne gjør om en 1'er (høy) på inngangen til en 0'er (lav) på utgangen, og omvendt. Tabell 11.3 viser sannhetstabellen for en ikke-funksjon, eller *inverter*.

Tabell 11.3 Logisk sannhetstabell for en ikke-funksjon.

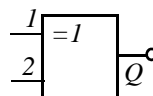
1	Q
0	1
1	0



Vi skal tilslutt se på en siste funksjon, *Eksklusiv eller-funksjon*. Denne funksjonen har alltid bare to innganger.

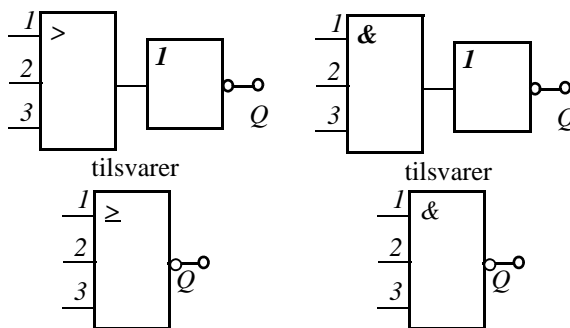
Tabell 11.4 Logisk sannhetstabell for en eksklusiv eller-funksjon.

1	2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Vi ser at hos eksklusiv-eller så er utgangen 1 (høy) bare når en av inngangene er 1 (høy).

Det er heller ikke uvanlig at en setter en inverter på utgangen til en *eller*- eller en *og*-funksjonen som vist i figur 118.



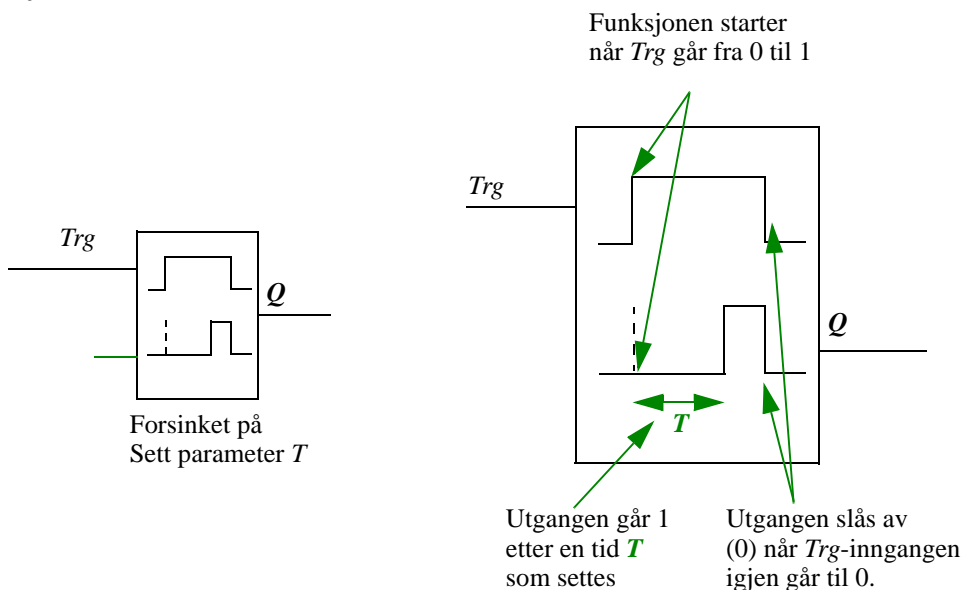
Figur 118 *Eller*- og *og*-funksjon med inverter på utgangen.

11.4 Noen spesialfunksjoner

I tillegg til disse grunnleggende logiske funksjonene finnes det en hærskare av ulike spesialfunksjoner som alle på en eller annen måte er satt sammen av de nevnte *og*-, *eller*-funksjonene og ikke-funksjonene. Vi skal her bare nevne noen få av disse funksjonene.

11.4.1 Forsinket-på (On-delay)

En av de mest brukte spesialfunksjonene er ulike tidsfunksjoner. Figuren under viser *forsinket på-funksjonen*.



Figur 119 Forsinket på-byggeblokk.

La oss se hvordan vi skal tolke dette symbolet.

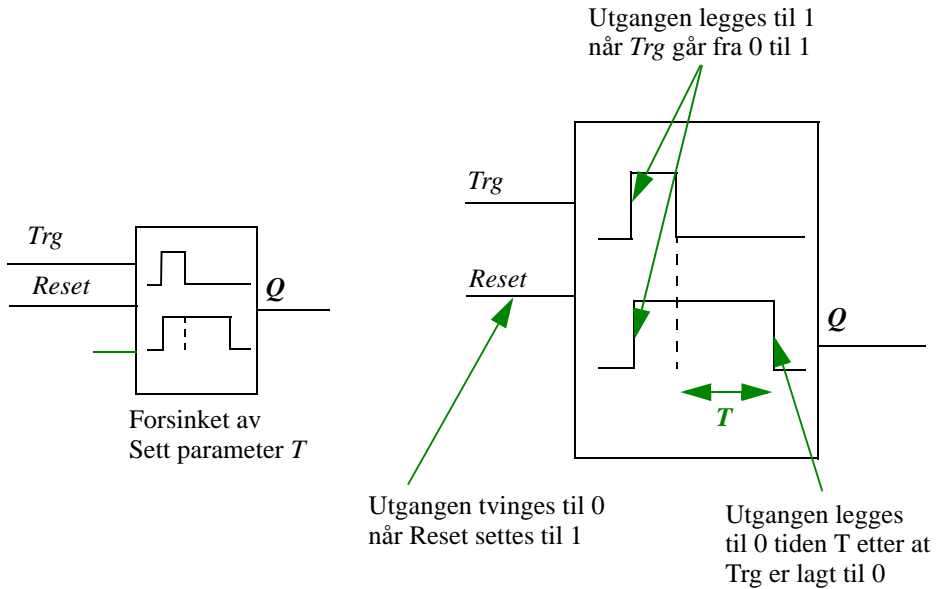
Forsinket på-byggeblokk (ON-delay)

Når en bryter (e.l.) endrer spenningsnivået på trigger-inngangen (Trg) fra 0 - 1, startes en "klokke" inne blokken. Etter tiden T , som kan spesifiseres, går utgangen (Q) fra 0 - 1.

Utgangen legges på nytt til 0 når inngangen legges til 0.

Er det mulig å se for seg en fornuftig anvendelse av en slik funksjon?

11.4.2 Forsinket-av (Off-delay)



Figur 120 Forsinket av-byggeblokk.

Denne funksjonen kan tolkes slik.

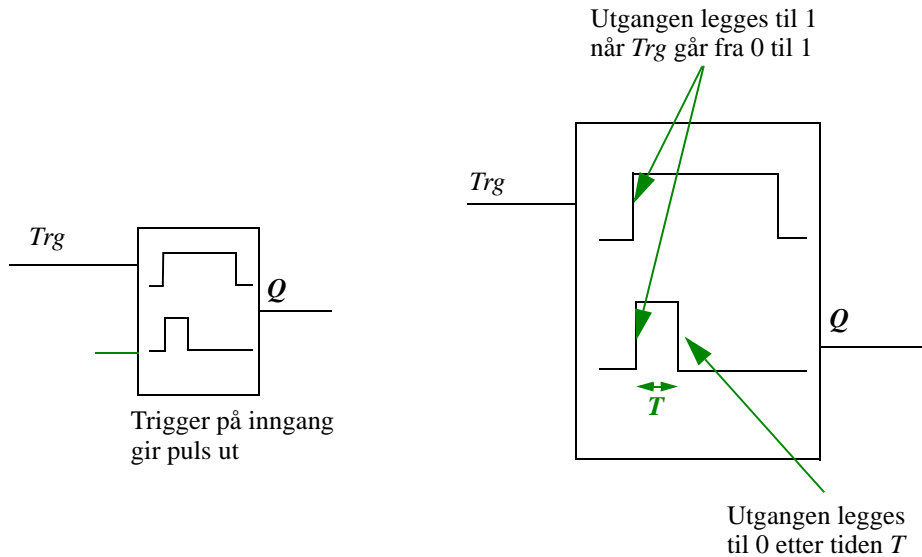
Forsinket av-byggeblokk (OFF-delay)

Når en bryter (e.l.) endrer spenningen på trigger-inngangen (*Trg*) fra 0 - 1, legges utgangen til 1. Idet trigger inngangen igjen legges til 0 startes en "klokke" inne blokken. Etter tiden *T*, som kan spesifiseres, går utgangen (*Q*) fra 1 - 0. Utgangen kan også tvinges til 0 når *Reset* inngangen legges til 1.

Er det mulig å se for seg en fornuftig anvendelse av en slik funksjon?

11.4.3 Pulset på (Wiping relay)

Denne funksjonen gir en på forhånd bestemt på-tid (puls) når bryteren (Trg) går fra 0 - 1..



Figur 121 Trigger gir puls på utgangen.

Denne funksjoen kan beskrives slik:

Pulset på (Wiping relay)

Når en bryter (e.l.) endrer spenningen på trigger-inngangen (Trg) fra 0 - 1, legges utgangen til 1. Etter tiden T går utgangen til 0 igjen.

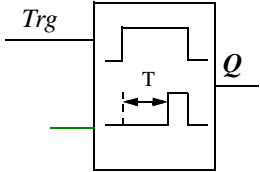
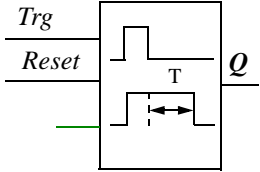
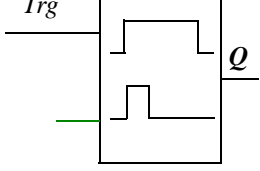
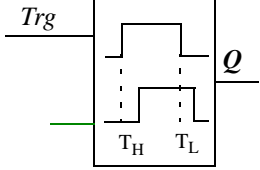
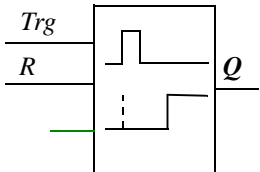
11.5 Oversikt over noen flere spesialfunksjoner

Dette avsnittet gir en oversikt over spesialfunksjoner som tilbys i LOGO! programvaren.

I dette avsnittet vil vi benytte følgende betegnelser:

- *Utgangen går høy:* Utgangen går fra lav (0 Volt) til høy spenning (5 Volt)
- *Utgangen går lav:* Utgangen går fra høy (5 Volt) til lav spenning (0 Volt)

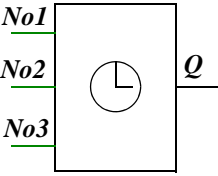
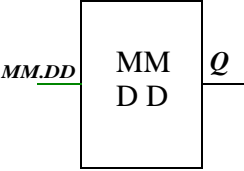
Tabell 11.5 Oversikt over spesialfunksjoner

Navn	Symbol	Funksjon	Innganger	Parametere
Forsinket på (On delay)		Utgangen går høy, tiden T etter at triggeren (Trg) har gått høy. Utgangen resettes når Trg går lav.	Trg - Funksjonen trigges på positiv flanke.	T - Forsinkelsen fra den positive flanken til Trg til utgangen går høy.
Forsinket av (Off delay)		Utgangen Q går høy ved positive Trg -flanke. Utgangen går lav tiden T etter at Trg har gått lav.	Trg - Funksjonen trigges på negativ flanke.	T - Forsinkelsen fra den negative flanken til Trg til utgangen Q går lav på nytt.
Pulset på (Wiping relay)		Utgangen går høy ved positive Trg -flanke. Utgangen går lav etter tiden T .	Trg - Funksjonen trigges på positiv flanke.	T - Varigheten til pulsen på utgangen Q .
Forsinket på/av (On/Off delay)		Utgangen går høy ved positive Trg -flanke forsinket tiden T_H . Utgangen går lav ved negativ Trg -flanke forsinket tiden T_L .	Trg - Funksjonen trigges på positiv og negativ flanke.	T_H - Forsinkelse fra positiv Trg -flanke høy utgang Q . T_L - Forsinkelse fra negativ Trg -flanke lav utgang Q .
Forsinket varig på (Retentive on-delay)		Utgangen går høy ved positiv Trg -flanke forsinket tiden T . Utgangen holdes til reset R aktiviseres.	Trg - Funksjonen trigges på positiv flanke. R - Resetter utgangen.	T - Forsinkelse fra positiv Trg -flanke høy utgang Q .

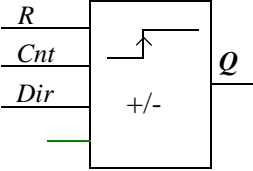
Tabell 11.5 Oversikt over spesialfunksjoner

Navn	Symbol	Funksjon	Innganger	Parametere
Gjentatt pulset på (Edge triggered wiping relay)		Utgangen går høy ved positive Trg -flanke. Utgangen går lav etter tiden T_H . Utgangen går på igjen etter tiden T_L . Pulsene gjentar seg N ganger	Trg - Funksjonen trigges på positiv flanke. R - Resetter utgangen og puls teller.	T_H - Pulslengde. T_L - Tid mellom pulsene N - Antall påfølgende pulser..
Asynkron pulsgenerator (Asynchronous pulsgenerator)		Når En -inngangen legges høy leverer utgangen et pulstog. Pulsenes og mellomrommenes lengde kan settes.	En - Høy En gir pulstog på utgang. Inv - Inverterer forløpet på utgangen.	T_H - Pulslengde. T_L - Tid mellom pulsene
Tilfeldighets-generator (Random generator)		Når En -inngangen går høy, vil utgangen gå høy etter en tilfeldig tid innen intervallet T_H . Når En -inngangen går lav, vil utgangen gå lav etter en tilfeldig tid innen intervallet T_L .	En - Høy En vil i løpet av tiden T_H legge utgangen Q høy. En - Lav En vil i løpet av tiden T_L legge utgangen Q lav.	T_H - Intervallet innenfor Q vil gå høy etter at En er gått høy. T_H - Intervallet innenfor Q vil gå lav etter at En er gått lav.
Trappegang-lysbryter (Stairway lighting switch)		Ved positiv flanke på Trg -inngangen, går utgangen høy. Utgangen resettes etter tiden T . Ett varsel kan legges inn tiden T_I før T utløper. Dvs. at utgangen legges lav et kort tidsrom T_{IL} .	Trg - En positiv flanke på Trg -inngangen legger utgangen Q høy.	T - Tidsrommet som lyset skal være på. T_I - Tidsrom for varseling før lyset slukkes. T_I - Varslingspulsenes lengde.
Flerfunksjonsbryter (Multi function switch)		Ved positiv flanke på Trg -inngangen, går utgangen høy. Utgangen resettes etter tiden T . Ett varsel kan legges inn tiden T_I før T utløper. Dvs. at utgangen legges lav et kort tidsrom T_{IL} .	Trg - En positiv flanke på Trg -inngangen legger utgangen Q høy. Dersom denne holdes ut over et tidsrom T_L vil utgangen forbli høy til den resettes	T - Tidsrommet som lyset skal være på. T_I - Tidsrom for varseling før lyset slukkes. T_{IL} - Varslingspulsenes lengde. T_L - Lengden på Trg for at utgangen skal bli permanent på.

Tabell 11.5 Oversikt over spesialfunksjoner

Navn	Symbol	Funksjon	Innganger	Parametere
Uke-timer (Weekly timer)		Ved hjelp av tre settmenyer kan tre ulike "på"-perioder settes individuelt. Disse kan hver tilordnes en eller flere av ukedagene	Ingen	Cam 1 Setter på-tid og av-tid på et sett av ukedager Cam 2 Setter på-tid og av-tid på et sett av ukedager Cam 3 Setter på-tid og av-tid på et sett av ukedager
Års-timer (Yearly timer)		Ved hjelp av en settmeny kan påtid og avtid settes. Disse angis med dag og måned, ev. månedlig.	Ingen	Sett: dag og måned <i>på</i> Sett: dag og måned <i>av</i> Ev. sett: dag på og dag av månedlig.

Så tilbyr LOGO! tre tellefunksjoner. Disse teller hendinger eller timer for så å legge utgangen høy eller lav når det angitte antallet hendinger eller timer har inntruffet.

Navn	Symbol	Funksjon	Innganger	Parametere
Forsinket på (On delay)		Positive flanke på <i>Cnt</i> , telles opp når <i>Dir</i> er 0, og ned når <i>Dir</i> er 1.	R - Resetter tellefunksjonen ved høy Cnt - Teller på positiv flanke, ikke på negativ. Dir - Bestemmer telleretning: 0 opp og 1 ned	Terskel på: Setter verdi for telle variabel for å sette <i>Q</i> høy. Terskel av: Setter verdi for telle variabel for å sette <i>Q</i> lav.

11.6 Analoge funksjoner, bruk av AM2 og PT100

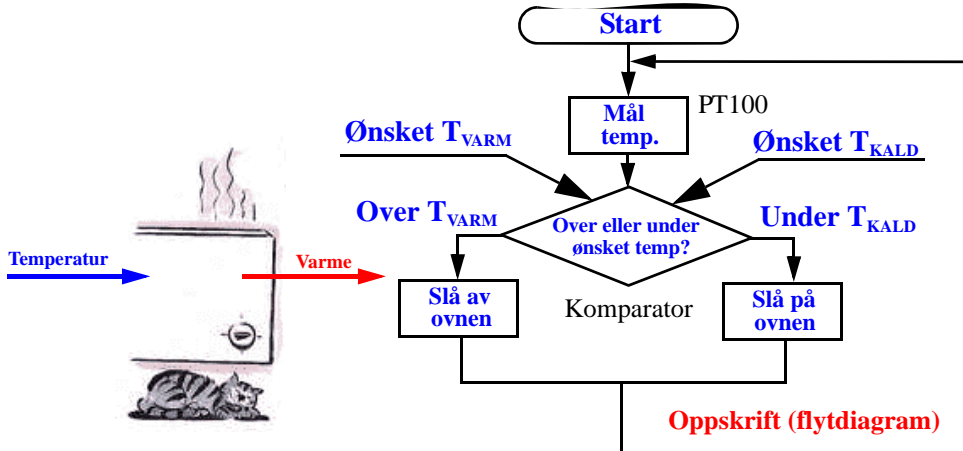
Vi skal være mest mulig konkret i denne beskrivelsen. Problemstillingen er som følger:

Vi har en temperatursensor som er koblet til tilleggsmodulen AM2 PT100. Vi ønsker å sette en parameter slik at ovnen slås på når temperaturen blir under T_{KALD} og slår av ovnen dersom temperaturen er over T_{VARM} . Verdiene ønsker vi å sette i $^{\circ}C$.

Hvordan gjør vi dette?

I modellhuset vårt er ovnen koblet til utgang Q-3 og temperatursensoren er koblet til tilleggsmodulen AM2 PT100 som er koblet sammen med LOGO! grunnenheten. Vi skal senere se hvordan vi finner den analoge inngangen AI-3.

Mellom inngang (temperatursensoren) og utgang (ovnen) må vi plassere et element som leser av verdien på inngangen (temperaturen) og sammenligner denne med ønsket tempeartur. Vi henter inn vårt gamle flytdiagram fra avsnitt 7.3 på side 94 og gjør noen enkle endringer på dette

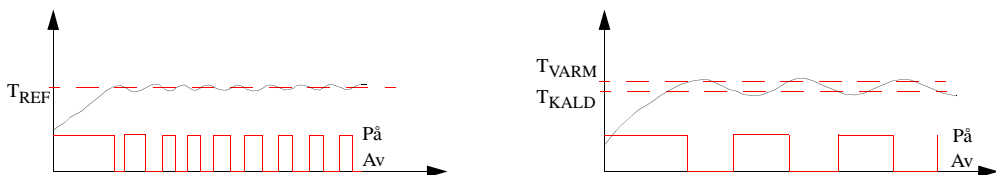


Figur 122 Flytdiagram for enl termostatstyrt ovn.

Øvre og nedre temperaturgrense (hysteres)

Når vi stiller inn termostaten på en varmeovn, setter vi en "Ønsket temperatur". Vi tenker oss at når temperaturen i rommet passerer denne temperaturen så slås ovnen av. Når så temperaturen i rommet synker under denne temperaturen så slås ovnen på igjen.

En slik løsning vil i prinsippet kunne slå seg av og på med meget korte intervaller som sliter på komponentene. For å unngå dette kan vi legge inn såkalt *hysteres*, dvs. at temperaturen må *over* en øvre temperaturgrense, T_{VARM} , for å slå seg av, og *under* en nedre temperaturgrense, T_{KALD} , for å slå seg på. Dette vil spare elektronikken ved at strømmen brytes langt færre ganger uten at det medfører noe følbart ubehag pga av temperatursvingninger. Dette er illustrert i figur 123.

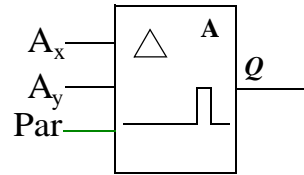


Figur 123 Termostat med og uten hysteres.

Den komponenten som gjør en slik sammenligning kalles i LOGO! programmeringsverktøyet en *komparator* (sammenligner).

Parameterene som kan velges er følgende:

- “Celsius” eller “Fahrenheit”
Velg Celsius
- “Treshhold On” - Angir temperatur når utgangen til komparatoren Q går høy
Slår på ovn. Temperaturen angis i antall trinn over minimumstemperaturen (-50°C).
- “Treshhold Off” - Angir temperatur når utgangen til komparatoren Q går lav
Slår av ovn. Temperaturen angis i antall trinn over minimumstemperaturen (-50°C).



Oppskriften for å programmere AM2 PT100 finner du i avsnitt 12.8 på side 173.

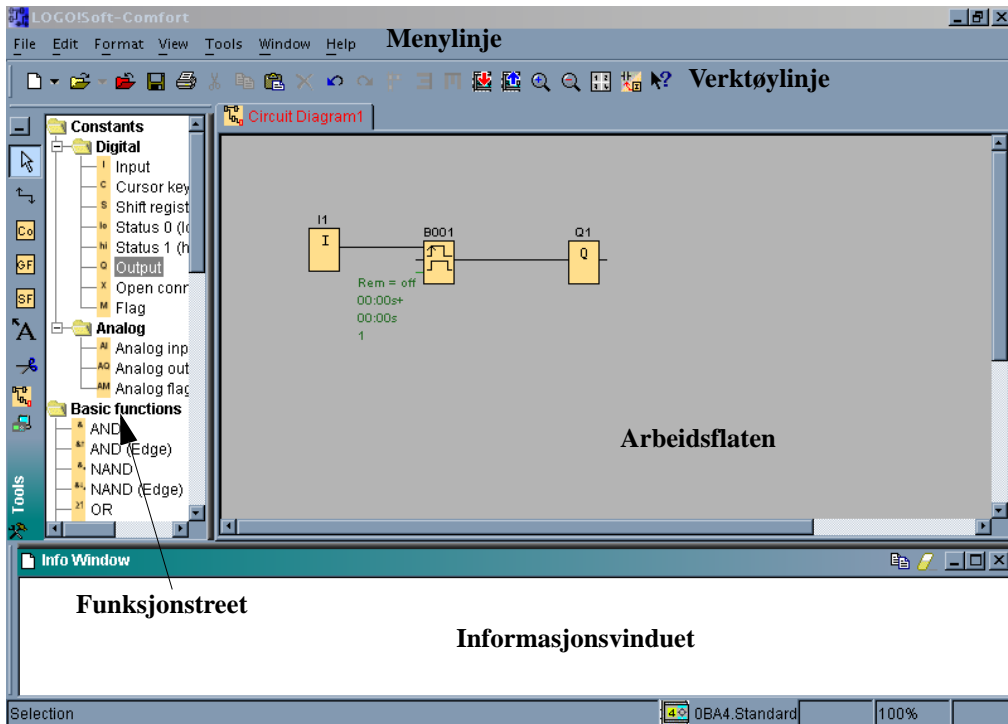
12 Programmering av LOGO! ved hjelp av LOGO!Soft Comfort 4.0

I dette kapitlet skal vi ta for oss de enkelte menyene og det mest grunnleggende for å kunne lage vårt første styringsprogram i programmeringsverktøyet LOGO!Soft Comfort 4.0. Demo-versjoner av verktøyet kan lastes ned fra nettet på adresse: [http:// www.siemens.com/logo](http://www.siemens.com/logo)

Etter at programvaren er lastet ned og installert, startes programmet. Det tar ca 30 sek før programmet starter. For å få opp tegnebordet som vist på figur 124, trykkes ikonet “New” på verktøylinjen.

12.1 Tegnebordet

Tegnebordet er inndelt i fire felter.

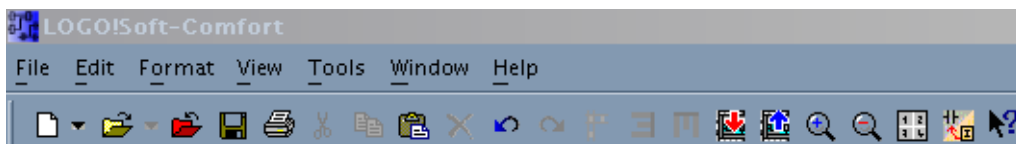


Figur 124 Tegnebordet hos programmet LOGO!Soft Comfort 4.0.

1. **Meny-** og **verktøylinjer** (over og til venstre)
2. **Arbeidsflaten** er stedet hvor de ulike funksjonene, inn- og utgangene plasseres.
3. **Funksjonstreet** inneholder utvalget av funksjoner og inn- og utganger.
4. **Informasjonsvinduet** (nederst) gir meldinger om status på programmet.

12.2 Verktøylinjen

Klikk på "File" oppe til venstre i vinduet og velg "New", Velg siden "Function block" eller "Ladder" så får du en menylinje med disse symbolene. Du kan også klikke direkte på ikonet som ser ut som et hvitt ark.

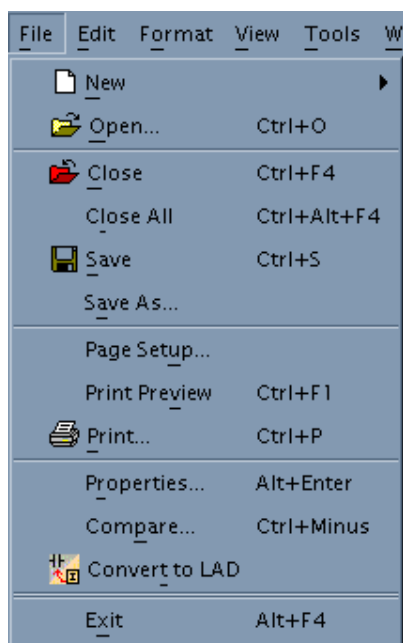


Figur 125 Verktøylinjen.

Ovenfor ser du hvordan verktøylinja ser ut.

I dette avsnittet blir de enkelte menyene forklart.

12.2.1 Fil-menyen

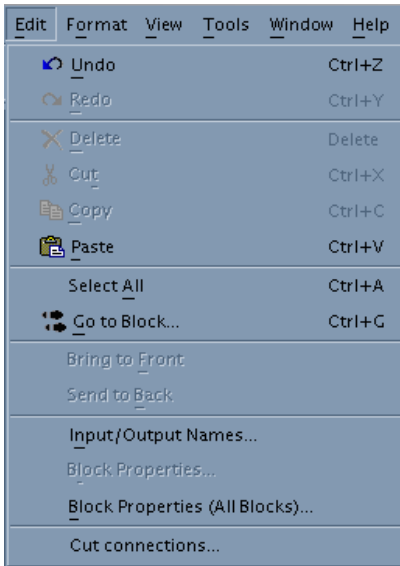


Figur 126 Fil-menyen.

Under "File" finner vi:

- **New** – Åpner ny fil (program)
- **Open** – Åpner lagret fil
- **Close** - Lukker aktiv fil
- **CloseAll** - Lukker alle filer
- **Save**–Lagrer aktiv fil
- **Save As** - Lagrer aktiv fil under nytt navn eller format (eks BMP, PDF,..)
- **Page Setup** – Innstillinger for utskrift
- **Print Preview** – Forhåndsvisning av utskrift
- **Print** – Skriver ut innholdet i filen
- **Properties**-Egenskaper for LOGO!Soft Comfort 4.0
- **Compare**–Sammenligner filer "off line" (på PC) med filer "online" (iLOGO!)
- **Convert to LAD/FDB** – bytter mellom "ladder" og funksjonsblokker.
- **Exit**–Avslutt LOGO!Soft Comfort .

12.2.2 “Edit”-menyen



Figur 127 “Edit”-menyen.

Under “Edit”-menyen finner vi:

- **Undo** – Angre siste kommando
- **Redo** – Hente tilbake det som akkurat ble fjernet
- **Delete** – Slett markert element
- **Cut** – Klipp ut markert element
- **Copy** – Kopier markert element
- **Paste** – Lim inn element i “clip board”
- **Select All** – Markert alle elementer
- **Go to Block** – Markert blokk med anvist nummer
- **Bring to Front** – Legg markert element øverst
- **Send to Back** - Legg markert element bakerst
- **Input/Output Names** – Angi symbolsk navn på inn-og ut-ganger
- **Block Properties**–Blokkegenskaper for det markerte elementet
- **Block Properties (AllBlocks)** – Blokkegenskaper for alle elementer
- **Cut connections** – Fjern koblinger, for bedre oversikt

12.2.3 Format-menyen

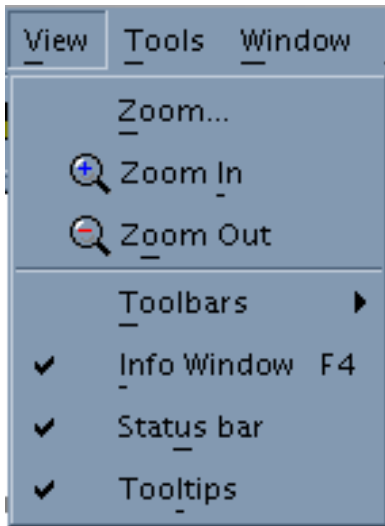


Figur 128 Format-menyen.

Under Format-menyen finner vi:

- **Font** – Endring av font (skrifttype og størrelse)
- **Align** – Innrette blokker etter f.eks øvre/nedre kant i forhold til hverandre
- **Format Grid** – Innstillinger for rutenett
- **Snap to Grid** – Låser blokker til rutenett eller ikke

12.2.4 “View”-menyen

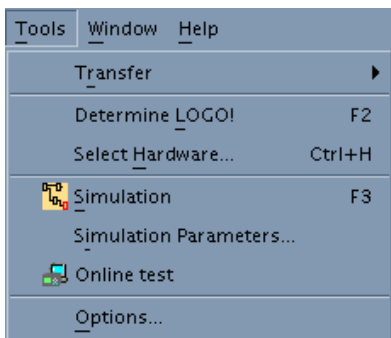


Figur 129 “View”-menyen.

Under “View”-menyen finner vi:

- **Zoom** – Zoom’er arbeidsflaten til ønsket størrelse
- **Zoom In** – Forstørr arbeidsflaten
- **Zoom Out** – Forminsk arbeidsflaten
- **Toolbars** – Slår av/på knapper og/eller menylinjer.
- **Info Window** – Viser/gjemmer informasjonsvindu i nedre del av skjermen
- **Status bar** – Viser/gjemmer statusbar i nedre del av skjermen
- **Tooltips** – Når denne er på, får man en forklaring til det elementet man peker på

12.2.5 “Tools”-menyen

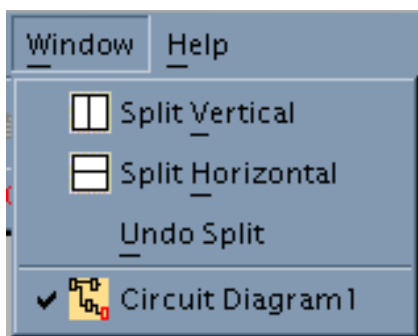


Figur 130 “Tools”-menyen.

Under “Tools”-menyen finner du:

- **Transfer** – Overføring av program fra/til PC til/fra LOGO!, klokkeinnstilling mm
- **Determine LOGO!** – Viser hvilken versjon av LOGO! som minimum kreves for å laste ned programmet
- **Select Hardware** – Her kan du velge den versjonen av LOGO! som du jobber med
- **Simulation** – Menyvalg for simulering kommer fram under programmeringsvinduet
- **Simulation Parameters** – Endrer simuleringsparametrene
- **Online test** – Status visning on-line
- **Options..** – Endre innstillinger

12.2.6 “Windows”-menyen

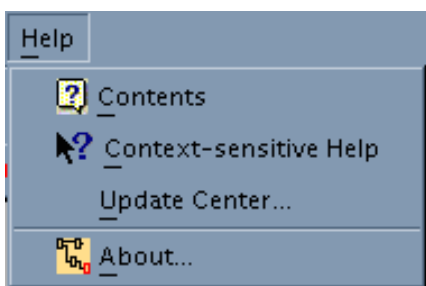


Figur 131 “Windows”-menyen.

Under ”Windows”-menyen finner vi:

- **SplitVertical** –Arbeidsflaten deles vertikalt
- **SplitHorizontal** – Arbeidsflaten deles horisontalt
- **Undo Split** – Stiller tilbake til ett vindu.
- **Circuit Diagram 1**– Navn på programmer som er åpnet

12.3 “Help”-menyen



Figur 132 “Help”-menyen.

Under “Help”-menyen finner vi:

- **Contents** – Manual
- **Context-sensitive Help** – Peker for direkte informasjon om utvalgt funksjon
- **Update Center** – Oppdatere LOGO! Soft Comfort via Internet
- **About** – Om LOGO! Soft Comfort (versjon m.m.)

12.4 Porter og basisfunksjoner

Når du åpner softwaren LOGO! Soft Comfort vises funksjonstreet til venstre for arbeidsflaten, det inneholder alle tilgjengelige basis- og spesialfunksjoner, inn- og utganger. Dette er den viktigste ressursen under bygging av et styreprogram.

Under menyen “View” – kan du velge bort denne visningen og få hele skjermen til programmet.

Helt til venstre vises noen viktige tegnefunksjoner

- **Minimere** - Viser eller tar bort funksjonstreet
- **Markering** – Markører ett eller flere objekter (blokk, tilkoblinger osv)
- **Trekke forbindelser** – Koblede ulike blokkenes inn- og ut-ganger sammen
- **Constants/Connectors** – Valg av tilkoblinger og konstante signaler
- **Grund funksjoner** – Valg av ulike logikk-blokker
- **Spesialfunksjoner** – Valg av ulike spesialfunksjoner
- **Skriv inn kommentarer** – Legger til ønsket tekst i programskjemaet
- **Klipp/lim sammen** – Klipper fra/limmer inn igjen koblinger
- **Simulering** – Tester programmet på PCen
- **Online Test** – Overvåke programkjøring i LOGO! for feilsøking i programmet

Minimer

Markering

Trekk forb.

Konstanter

Grunnfunk.

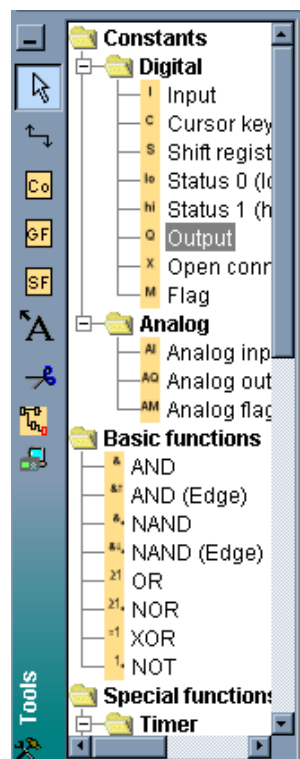
Spesialfunk.

Kommentar

Klipp/lim

Simulering

Online test




Figur 133 Porter og basisfunksjoner.


12.5 Programmering

I dette avsnittet skal vi skritt for skritt se hvordan vi kan programmere en enkel funksjon.

1. Programmet startes ved å trykke på ikonet

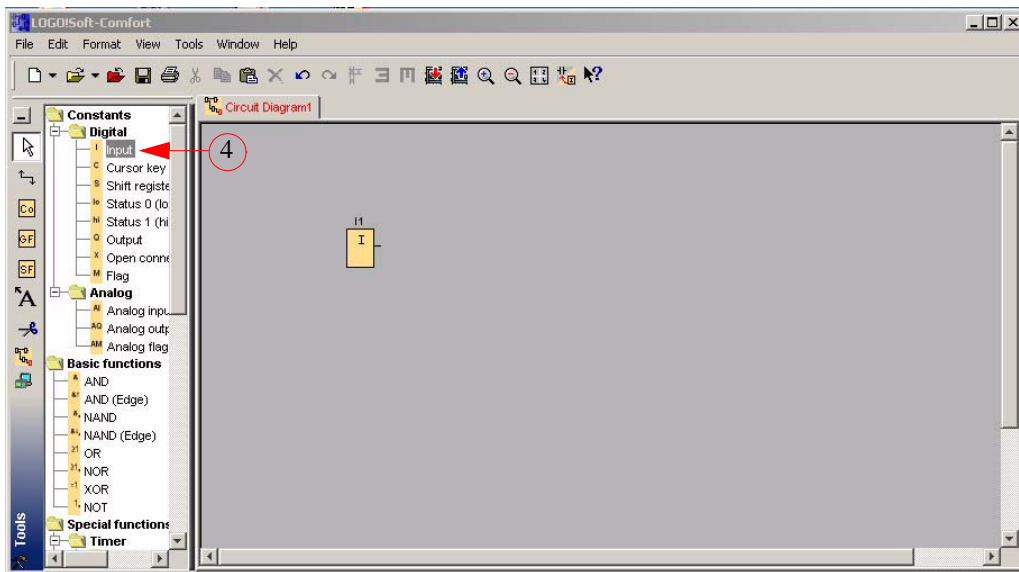


2. Trykk deretter på det hvite feltet på verktøylinja øverst til venstre . Da vil du få opp en ny arbeidsflate for konstruksjon av programmet (se figur 134).

3. Nederst, under informasjonsvinduet (se figur 134), er det et ikon . Dobbelklikk på dette symbolet. Du kan nå velge riktig versjon av LOGO! Velg *OBA4. Standard*.

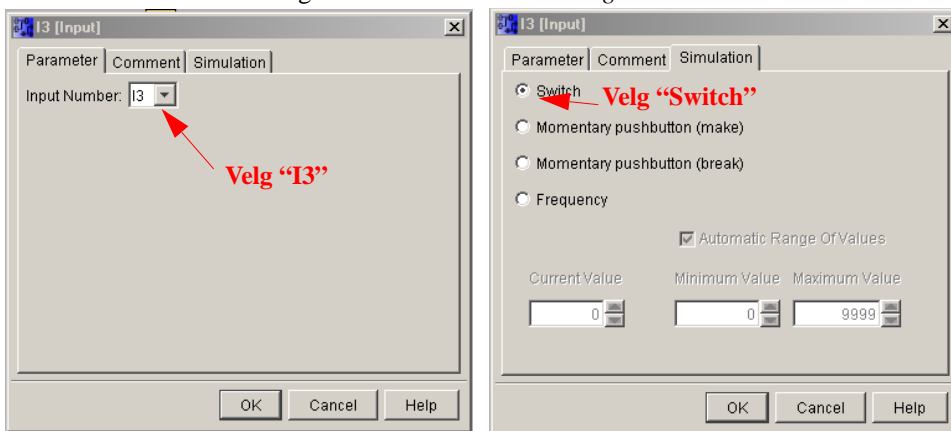
Du er nå klar til å starte konstruksjon av programmet. La oss anta at *Taklyset* skal tennes ved hjelp av *Bryter 1* (BR 1). BR 1 er koblet opp mot inngang I-3 og taklampe er koblet opp mot Q-2 (se avsnitt 13.2).

4. Velg “Input” fra funksjonstreet og flytt markøren medbringende elementet ut på arbeidsflata. Klikk på ønsket plassering. Alle elementer kan plasseres fritt på arbeidsflata, men det er naturlig å plassere inngangene til venstre og utgangene til høyre. Dette letter oversikten.



Figur 134 LOGO! Soft-Comfort, funksjonstre og arbeidsflate.

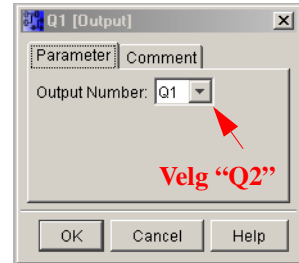
5. Dobbeltklikk på “Input”-symbolet. Du vil da få opp en boks som gir deg mulighet til å endre den “Block properties” til den aktuelle “Input”-blokken. I vårt tilfelle ønsker vi å benytte “I3” under “Parameter” og “Switch” under “Simulering”.



Figur 135 “Block properties” for “Input” blokken.

“Switch” angir at bryteren vil oppføre seg som en vippebryter (Av i den ene posisjonen - På i den andre) under simuleringen. Dette kan ev. endres senere.


6. Dobbelklikk på “Output”-symbolet. Du vil da få opp en boks som gir deg mulighet til å endre “Block properties” til den aktuelle “Output”-blokken. I vårt tilfelle ønsker vi å benytte “Q2” under “Parameter” som er taklampe (se figur 136)..
7. Trekk en forbindelse mellom utgangen på “Input”-blokken og inngangen til “Output”-blokken. Normalt er det tilstrekkelig å peke på utgangen, holde venstre musknapp nede og føre markøren bort til inngangen til “Output”-blokken. Da opprettes en forbindelse mellom de to blokkene. Alternativt kan en trykke på “lag-forbindelse-ikonet” (til venstre på figur 137).



Figur 136 Velg riktig utgang.




Figur 137 Lag forbindelse.

8. Forbindelser eller uønskede blokker fjernes ved å markere blokken og/eller forbindelsen og trykke “Del”. For å merke en blokk eller en forbindelse, trykk “pil-symbolet”  og ram inn de aktuelle elementene.

12.6 Simulering av kretsen

Kretsen kan enkelt simuleres ved at vi trykker på simuleringssymbolet i den vertikale verktøylinja til venstre for funksjonstreet.

9.  Trykker vi simuleringssymbolet, kommer en ny meny opp nederst i arbeidsflaten som vist i figur 138.



Figur 138 Simuleringsmeny.


Lengst til høyre finner vi inngangen som er vist som en bryter (I3), ved å trykke på den kan vi simulere tilstanden på og av (høy og lav) på inngangen. Til venstre for dette symbolet finner vi en lyspære (Q2). Dette passer også godt i vårt tilfelle da Q2 er taklyset. Trykker vi på bryteren vil vi se at lyset går av og på. Den grønne pila viser om simulatoren kjører eller ikke. Om pila lyser grønt, må vi starte programmet ved å trykke på den grønne pila. Programmet kan stoppes ved å trykke det røde kvadratet.

Kretsen kan nå bygges ut ved å legge inn ulike funksjoner mellom inn- og utgangs-blokkene. Vi kan også velge flere inn- og utganger.

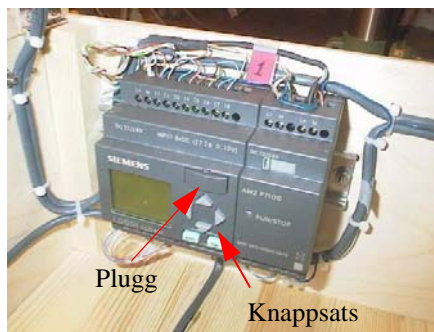
12.7 Overføring av programmet til LOGO!

Når vi har laget styreprogrammet og brukt simulatoren til å kontrollere at alt er som det skal, er vi klare til å overføre programmet til LOGO! for uttesting i modell-huset.

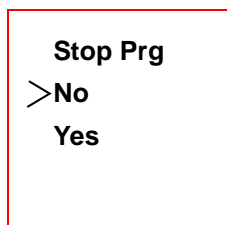
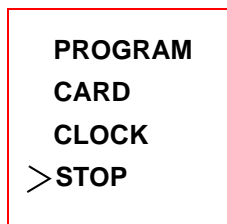
Dette gjøres på følgende måte:

1. Ta ut pluggen på framsida av LOGO!
2. Forbind PC'ens serieport med LOGO!'s datainngang ved hjelp av seriekabelen som følger med LOGO!
3. Sett strøm på LOGO! ved å koble til batteriet, og ev. sette støpselet i stikkontakten.
4. Trykk "Esc" på knappsetsen til LOGO!. Om et program går, flytt markøren til "STOP" og stopp programmet. Markøren er haken til venstre for teksten på displayet. Denne flyttes med piltastene til høyre for displayet. Trykk "OK". Bekreft ved å flytt markør til "Yes" og trykk "OK".
5. På verktøylinja til programverktøyet trykkes:  og programmet overføres til LOGO!
6. Til sist startes programmet ved å flytte markøren ned til "STOP" og trykk "OK".


Alternativt kan en utføre hele operasjonen fra PC'en. Punkt 1 - 3 er som over.

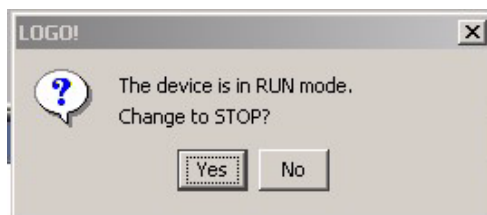


Figur 139 Plugg som skjuler datainngangen på LOGO!.



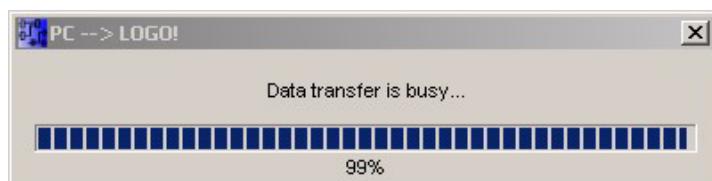
Figur 140 Display på LOGO!

4. På verktøylinja til programverktøyet trykkes:  og programmet overføres til LOGO!. Om det LOGO! kjører et program, vil du få spørsmål om du ønsker å stoppe programmet. Trykk "Yes"




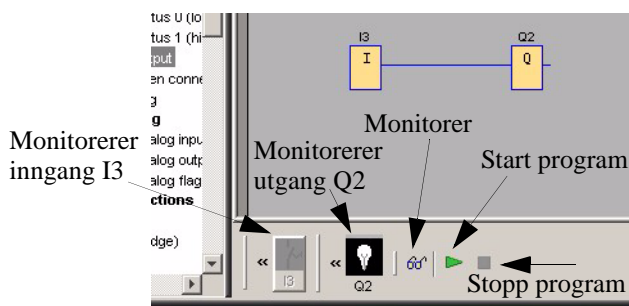
Figur 141 Stopp programmet?

5. Overføringen starter samtidig som framdriften vises (se figur under).



Figur 142 Overføring pågår.

6. Vi kan nå starte programmet ved å trykke ikonet . Dette gjør oss også i stand til å monitorere programmet som kjører i LOGO!. Vi kan både starte og stoppe programmet fra denne menylinja.



Figur 143 Monitor for fjernstyring og overvåking av programmet som går i LOGO!.

7. Dersom vi trykker på de små "brillene" kan vi monitorere hva som skjer på inn- og utgangene i modellhuset.
8. Dersom vi ønsker å endre programmet, må vi først stoppe programmet og lukke monitoren (se figur 143).

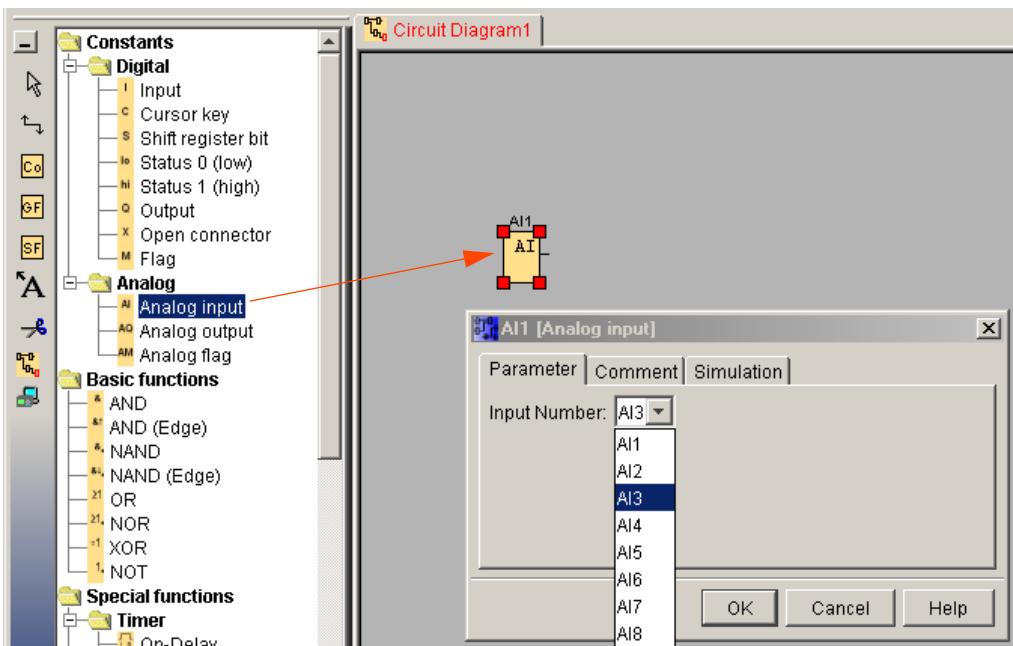
12.8 Programmering med AM2 PT100

I dette avsnittet skal vi se hvordan vi programmeringsteknisk kan sette opp AM2 PT100 til å fungere som en termostat. For bakgrunnstoff om virkemåten av AM2 PT100, se avsnitt 11.6 på side 159.

Først må vi finne den inngangen som er knyttet til målesensoren PT100. Dette gjør vi på følgende måte:

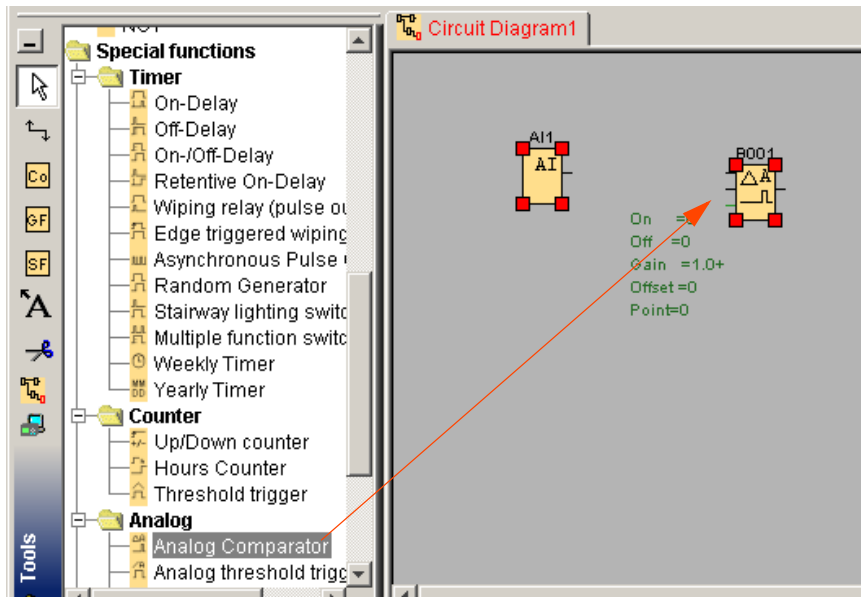
Finn inngangen:

1. I funksjonstreet til venstre for arbeidsflaten går du til “Constants” - “Analog” -” Analog Inputs”. Legg en “analog input” på arbeidsflaten.
2. Høyreklikk på elementet og velg meny-fanen “Parameter” og parameter “Input number” - AI3. Det er denne inngangen som er tilkoblet termoelementet.



Figur 144 Velg riktig analog inngang.

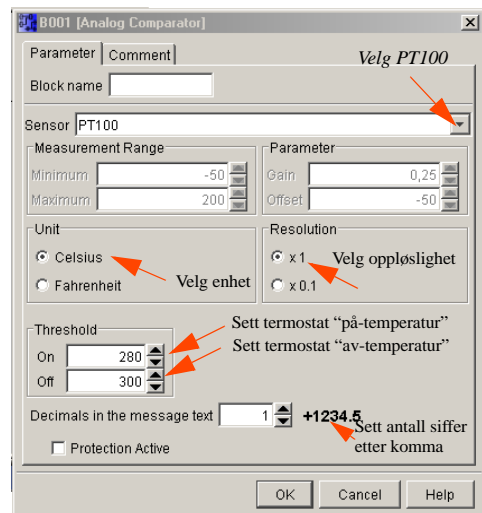
- Legge inn elementet som virker som termostat. Dette er en analog komparator. Gå til “Special functions” i funksjonstreet og velg “Analog Comparator” i gruppen “Analog”. Legg en analog komparator (sammenligningskrets) på arbeidsflaten til høyre for inngangselementet.



Figur 145 Legger inn den analoge komparatoren.

- Gi riktige parameterverdier til den analoge komparatoren.
 Velg “Sensor” - PT100
 Velg “Unit” - Celsius
 Velg “Resolution” - x1

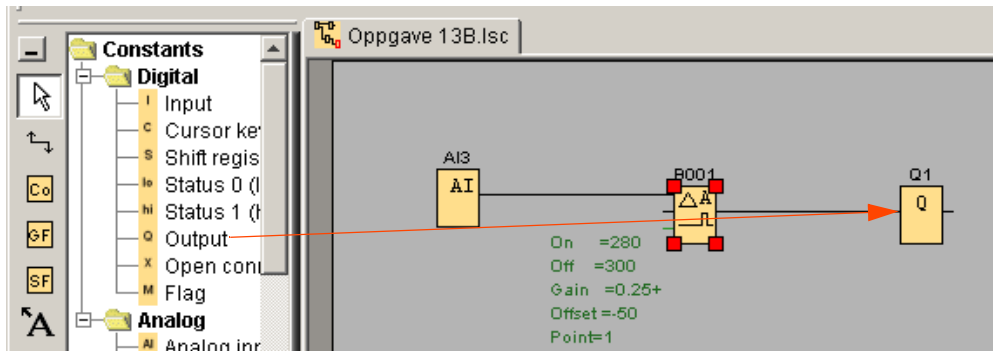
Ved denne instillingen vil PT100 ha et måleområde fra -50°C til +200°C. Dette området er delt inn i 1000 trinn (gain 0,25). Når vi skal sette “Threshold” så settes trinnverdiene inn. Dersom vi ønsker at termostaten skal slå inn ved 20°C må vi sette “On”-verdien til $(20^{\circ}\text{C} - (-50^{\circ}\text{C})) \cdot 4 = 280$. Vi setter “Off”-verdien tilsvarende til $(25^{\circ}\text{C} - (-50^{\circ}\text{C})) \cdot 4 = 300$. I dette tilfellet vil termostaten være på når temperaturen er under 20°C og slå seg av når temperaturen er over 25°C.



Figur 146 Parametersetting for komparator.

Sett “*Threshold on*” - 280 (“På-temp.”)
 Sett “*Threshold off*” - 300 (“Av-temp.”)
 Sett “*Decimal in message*” - 1
 (Antall desimaler i meldingsteksten på display.)

5. Så velges riktig utgang. Normalt vil dette være varmeovnen som er utgang Q3. Siden utgangen av komparatoren er på/av, velger vi en digital utgang.



Figur 147 Velg digital utgang Q3 - varmeovn.

6. Til slutt trekkes ledningene mellom de enkelte elementene som vist på figur 147.

Ovnen skal med denne parametersettingen slå seg på når temperaturen kommer under 20°C og slå seg av når temperaturen kommer over 25°C. Omslagene blir derfor ikke så hyppige, noe som vil ha liten betydning for komforten i et rom, men reduserer aktiviteten og dermed slitasjen i reléene.¹

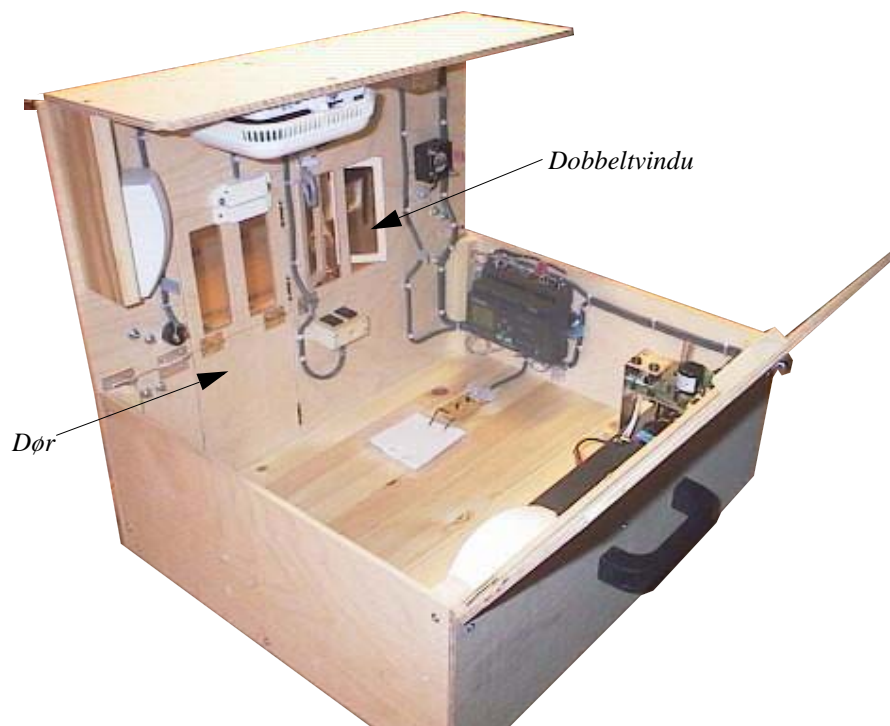
1. Det viser seg imidlertid at verdiene må settes til “*Threshold on*” = 0 og “*Threshold off*” = 86, eller som antydnet foran. Dessuten kan det være lurt å legge inn en tidforsinkelse mellom termostaten og ovnen. Hvorfor det forholder seg slik er foreløpig et mysterium.

13 Det intelligente modellhuset

I dette kapittelet skal vi gjennomgå oppbyggingen av modellhuset.

13.1 Husets oppbygning og bruk

I sammenslått form er huset utformet som en koffert som lett kan transporteres. I utslått form vil kofferten vise et enkelt åpent modellhus med vinduer og dør, et halvtak og vegger.



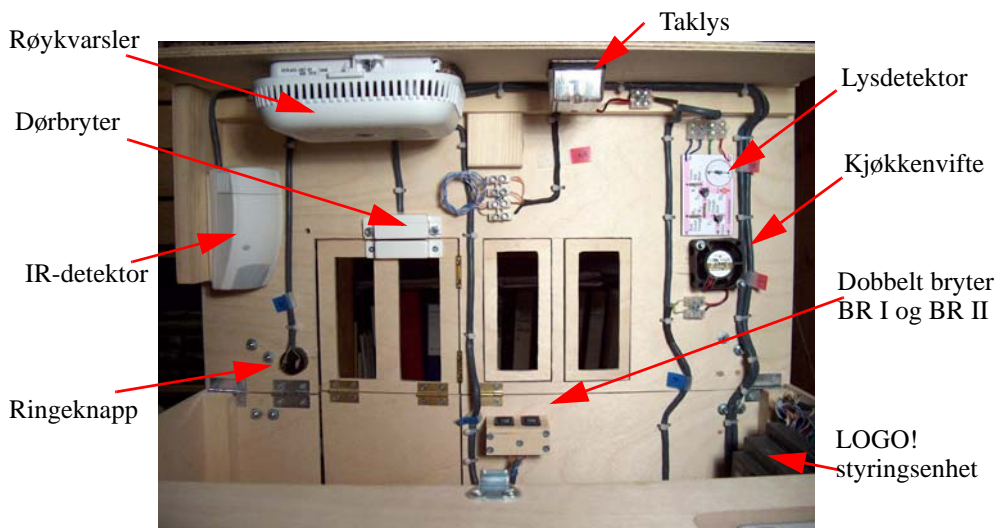
Figur 148 Den utslåtte kofferten.

13.2 Installasjoner

Vi skal i dette avsnittet se hva huset inneholder av utstyr.

I tillegg til de to styringsenhetene som er “hjernen” i huset, er det en rekke sensorer og aktuatorer. La oss først se på styringsenhetene. Tabellen under gir en oversikt over hvilke inn- og utganger som er tilgjengelige i huset. Legg merke til når inn- og utganger er aktive høy og lav.

Innganger			Utganger		
I-nr	Beskrivelse	Aktiv	Q-nr.	Beskrivelse	Aktiv
I-1	IR-sensor	lav	Q-1	Alarm	høy
I-2	Fuktighetsindikator	lav	Q-2	Taklys	høy
I-3	Bryter I (BR I)	høy	Q-3	Varme-”ovn”	høy
I-4	Bryter II (BR II)	høy	Q-4	Kjøkkenvifte	høy
I-5	Ringeknapp	høy			
I-6	Dørbryter (åpen dør, sluttet)	høy			
I-7	Røykdetektor	høy			
I-8	Lysdetektor	lav			
AI-3	Temperaturmåler PT100				



Figur 149 Installasjoner på vegg i front.

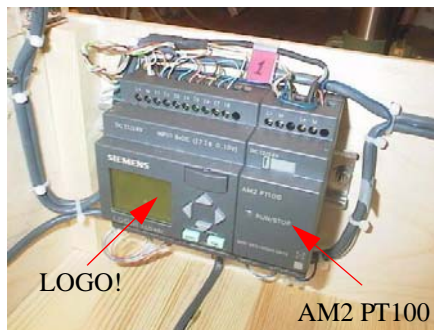
13.2.1 Styringsenhetene LOGO

DM8 12/24RC

Huset er utstyrt med en styringsenhet LOGO! DM8 12/24RC. Dette er en styringsenhet med 8 innganger og 4 enkle reléutganger. Enheten kan programmeres til å utføre ulike funksjoner.

LOGO! DM8 12/24RC har:

- 6 digitale innganger (I1-I6),
Spenninger under 5 Volt regnes som sikker 0
Spenninger over 8 Volt regnes som sikker 1
Signal 0 trekker 1,0 mA
Signal 1 trekker 1,5 mA
Inngangene tåler linjelengder på inntil 100m.
- 2 analoge innganger (I7 og I8),
Senningsområde 0 - 10V
Absolutt maksimal spenning 28,8V
Signal 0 trekker 0,05mA
Signal 1 trekker 0,1mA
Inngangene tåler linjelengder på inntil 10m.
- 4 enkle relekontakter på utgangen.
Maksimal kontinuerlig strømstyrke 10A
Maksimal lampebelastning 1000W.



*Figur 150 Styringsenhet LOGO!
DM8 12/24/RC og AM2 PT100.
Montert på venstre yttervegg*

AM2 PT100

Huset er også utstyrt med LOGO! AM2 PT100 for å håndtere signaler fra temperatursensoren PT100. AM2 kan betjene 2 stk. PT100, som er en temperaturfølsom motstand.

13.2.2 Sensorer

Vårt modellhus har ialt 9 sensorer hvorav en temperatursensor. I denne sammenhengen tolker vi begrepet sensor ganske vidt. Også en vanlig bryter faller i denne kategorien.

IR-detektor (I-1)

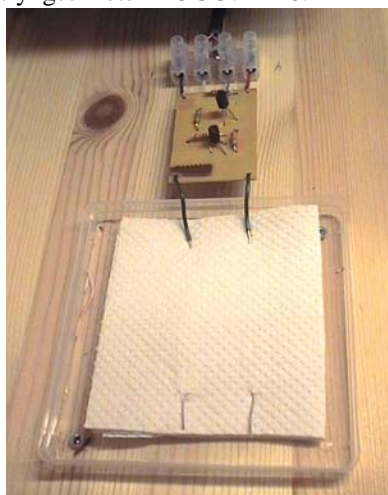
På innsiden til høyre for inngangsdøra er monert en infrarød-detektor (IR-detektor). Denne registrerer bevegelse i rommet og kan dermed avsløre innbrudd eller annen uventet bevegelse. IR-detektoren sender ut elektromagnetiske bølger i det infrarøde frekvensområdet. Strålene reflekteres når de treffer personer eller



gjenstander, som fanges opp av detektoren. Dersom gjenstanden er i bevegelse vil det reflekterte signalet være dopplerforsjøvet i forhold til det utsendte signalet. Et dopplerforsjøvet signal gir respons.

Fuktighetsindikator (I-2)

Dette er en detektor som deltagerne selv kan bygge. En strømforsterker er koblet til to ledninger som er tilknyttet et tørkepapir. Når tørkepapiret blir fuktet, vil det gå en ørliten strøm i det fuktige papiret. Denne strømmen forsterkes og vil kunne gi et omslag fra 0 til 1 ved deteksjon av fuktighet. Omslaget registreres av stryngsenheten LOGO! DM8.



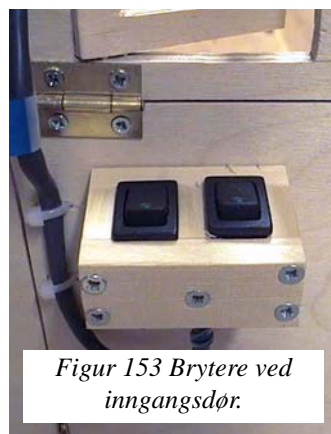
Figur 152 Selvlaget fuktighetsindikator.

Trykkbryter Br I og Br II (I-3 og I-4)

Huset har to vippebrytere, som enten kan settes i på eller av stilling.

Disse kan ev. senere bli byttet med enpolte trykkbrytere som slutter forbindelsen når de holdes inne. Forbindelsen brytes når trykket opphører. Dette er en brytertype som er vanlig ved bruk av styringssystemer, men mindre vanlig i tradisjonelle installasjoner. Her er vippebrytere vanligere.

Brytere for lys plasseres gjerne til side for dører slik at det skal være lett å finne dem idet en entrer rommet.



Figur 153 Brytere ved inngangsdør.

Ringeknapp (I-5)

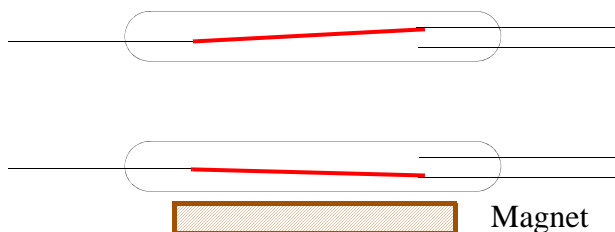
Til høyre for inngangsdøra er det montert en ringeknapp som er en trykkbryter, dvs. den gir bare signal så lenge den aktivt er trykket inn.



Dørbryter (I-6)

Øverst på innsiden av inngangsdøra er montert en magnet. På karmen over døra er det montert et magnetstyrt rele (reed rele). Kontakten kan enten slutes eller åpnes når døra er lukket. Vi har valgt å benytte kontakten som bryter strømmen idet døra åpnes.

Når døra er lukket vil magneten legge seg inntil det magnetstyrte reléet og kontakten slutes.

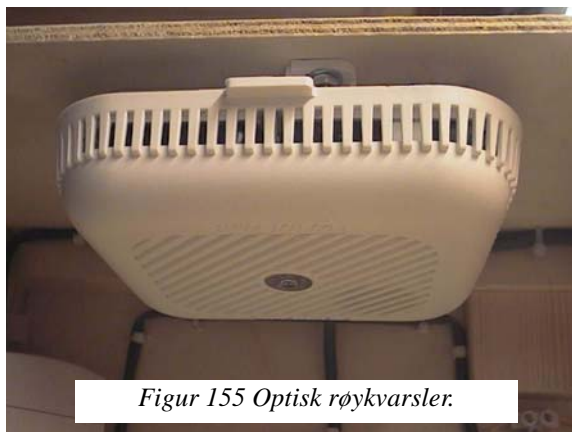


Figur 154 Magnetkontakt.

Røykvarsler (I-7)

Røykvarsleren er plassert rett over inngangsdøra og vil reagere på røykpartikler i lufta. Røykvarsleren har innebygget alarmhorn som gir 85dBA ved 3 meters avstand.

Det finnes to typer røykvarslere: Ionebaserte og optisk baserte detektorer. De optisk baserte egner seg best for deteksjon av langsomme ulmebranner med store røykpartikler, mens de ionebaserte reagerer mest effektivt på branner som utvikler seg raskt med åpen ild. Den vi bruker i modellhuset er en optisk detektor (se avsnitt 8.1 på side 103 for nærmere beskrivelse av ulike røykdetektorer).



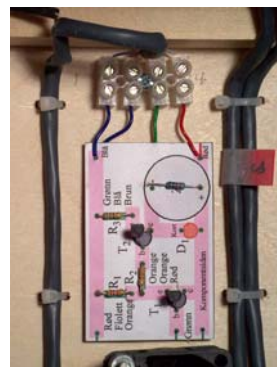
Figur 155 Optisk røykvarsler.

Dersom alarmen går på grunn av røyk, fjernes røyken i alarmen ved å vifte med en avis eller lignende. Røykkammeret testes hvert 40 sek. Om alt er i orden gir lysdioden fra seg et kort blink. Om alt ikke er som forventet gir den lyd fra seg.

Røykdetektoren er utstyrt med en testknapp som “simulerer” røyk i kammeret. Testen sjekker derfor røykkammeret, elektronikken og hornet.

Lys-detektor (I-8)

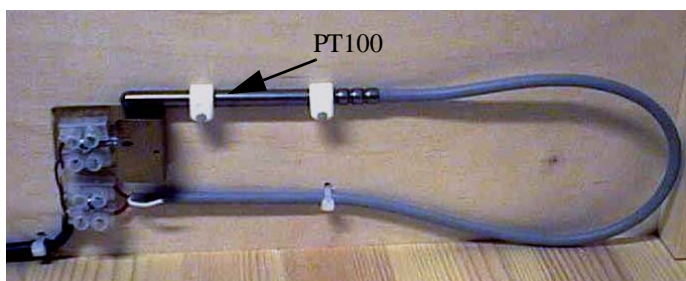
Lysdetektoren består av en lysfølsom motstand (LDR, fotomotstand). Når lysstyrken, f.eks. utendørs, overskrider en oppgitt verdi, slukkes f.eks. utelyset (se avsnitt 8.2 på side 105 for nærmere beskrivelse av ulike lysdetektoren). Lysdetektoren kan være av en hjemmebygget type som vist på figur 156 (avsnitt 9.6 på side 131). Den lysfølsomme motstanden er montert på baksiden av kretskortet og stikker ut gjennom veggen i modellhuset.



Figur 156 Lysdetektor.

Temperatursensor, PT100 (M1)

PT100 er en temperaturfølsom motstand som kobles til en av de analoge inngangene på LOGO! AM2. Programmet leser av resistansen og regner om verdien til en ekvivalent temperatur i grader Celsius. Avhengig av temperaturen kan det settes igang en aksjon: *Slå på varmeovnen om det er for kalt, slå på vifta om det er for varmt.*



Figur 157 Temperatursensor PT100.

13.2.3 Aktuatorer

I denne sammenhengen er en aktuator en fellesbetegnelse på en enhet som gir signal, lys, varme eller utfører et arbeid (motor som startes, dør som går opp o.l.). Modellhuset inneholder fire aktuatorer: Kjøkkenvifte, taklys, varme-”ovn” og alarm.

Alarm (Q-1)

Alarmen er en lydkilde som kan gi en sirenelyd på inntil 105dBA. I modellen har vi erstattet selve alarmen med en summer for at det skal være mulig å leve med lydnivået.



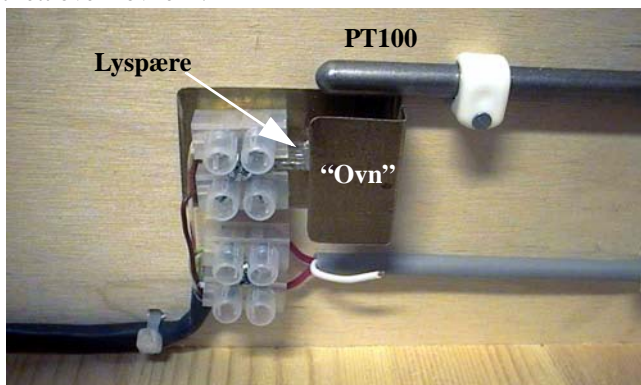
Figur 158 Taklys (til venstre) og alarm (til høyre).

Taklys (Q-2)

Taklyset er plassert i taket over vinduet og er utstyrt med en 5W, 12Volts lyspære (se figur 158 til høyre).

Varme-”ovn” (Q-3)

Varme-”ovnen” er en 3,5W, 12 Volt lyspære plassert bak en messingskjerm. Temperatursensoren (PT100) er plassert rett over “ovnen”.



Figur 159 En lyspære på 3,5 Watt fungerer som varme-”ovn”.

Kjøkkenvifte (Q-4)

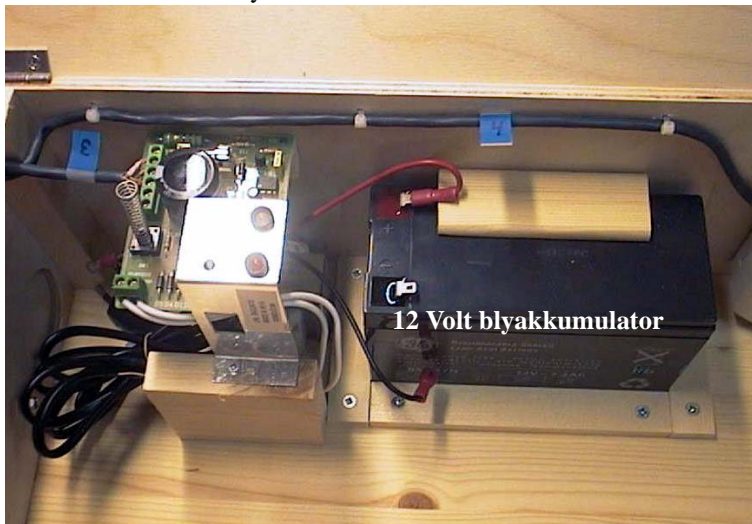
Kjøkkenvifta er en liten PC-vifte monterert til venstre for vinduet. Den går på 12 Volt vifte og trekker luft ut av huset.



Figur 160 Kjøkkenvifte.

13.2.4 Kraftforskyningsenhet (power supply)

Strømforskyningen består av en ladeenhet med transformator, likeretter, filter og regulator for lading av batteriet som er en 12 Volt blyakkumulator.



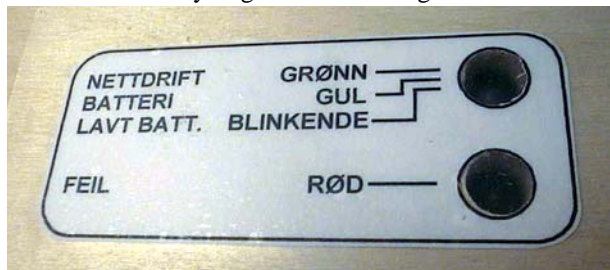
Figur 161 Kraftforskyning, 12 Volt.

Nettkabelen tas ut gjennom et hull i venstre side av kofferten.



Figur 162 Hull for å dra ut nettkabelen.

To lamper på oversiden av kraftforskyningen viser lade- og batteritilstand.



Figur 163 Indikator for lade og batteritilstand.

- Øverste lampe: Lyser grønt ved nettdrift.
Lyser gult ved batteridrift.
Blinker ved lav spenning på batteriet.
- Nederste lampe: Lyser rødt ved feil.

14 Øvingsopplegg - programmering av det intelligente modellhuset

Dette kapittelet inneholder et sett med øvinger som dels gir trening i noen basisfunksjoner og dels bygger opp det intelligente huset trinn for trinn.

Tabellen under gir oversikt over hvordan inn- og utganger er koblet. Tabellen er viktig når de ulike elementene skal kobles sammen.

Innganger			Utganger		
I-nr	Beskrivelse	Aktiv	Q-nr.	Beskrivelse	Aktiv
I-1	IR-sensor	lav	Q-1	Alarm	høy
I-2	Fuktighetsindikator	lav	Q-2	Taklys	høy
I-3	Bryter I (BR I)	høy	Q-3	Varme-”ovn”	høy
I-4	Bryter II (BR II)	høy	Q-4	Kjøkkenvifte	høy
I-5	Ringeknapp	høy			
I-6	Dørbryter (åpen dør, sluttet)	høy			
I-7	Røykdetektor	høy			
I-8	Lysdetektor (ved lys)	lav			
AI-3	Temperaturmåler PT100				

14.1 Enkle oppgaver for å teste ut noen av funksjonene i huset

I dette avsnittet skal vi stort sett prøve ut noen enkle funksjoner i modellhuset. Senere skal vi sette sammen flere funksjoner. I oppgave 1 - 4 skal vi gradvis utvide funksjonaliteten. Dvs. at etter som vi gjør de ulike oppgavene beholder vi resultatet fra forrige oppgave.

Oppgave: 1 Tenn taklys (Br I)

Taklampa skal kunne tennes ved å trykke på bryter Br I til venstre nærmest døra når vi kommer inn i rommet. Lampa skal slukkes ved neste trykk.

Bryter I = I-3 (aktiv høy)

Taklys = Q-2 (aktiv høy)

Oppgave: 2 Ring på I

I tillegg skal det lyde et signal, når ringebryteren ved døra trykkes inn. Når knappen igjen slippes skal lyden stoppe. For å gi signal brukes alarmen.

Ringeknapp = I-5 (aktiv høy)

Alarm = Q-1 (aktiv høy)

Oppgave: 3 Start kjøkkenvifte

I tillegg skal kjøkkenvifta kunne slås på ved hjelp av BR II, lengst fra døra. Når bryteren slås av skal den stoppe.

Bryter II = I-4 (aktiv høy)

Kjøkkenvifte = Q-4

Oppgave: 4 Innbruddsalarm

I tillegg skal alarmen gå når døra åpnes og stoppe når døra lukkes.

Dørbryter = I-6 (Aktiv høy)

Alarm = Q-1 (Aktiv høy)

A) Samtidig som innbruddsalarmen går ønsker vi at taklyset inne i huset skal tennes.

Tips: Merk at dørbryteren er aktivhøy, dvs. at når døra åpnes så er inngang I-6 lik 12V (høy).

Når døra er lukket er den ca 0V (lav).

14.2 Oppgaver som bringer oss litt videre

I de neste oppgavene vil vi variere og utvide de funksjonene vi har arbeidet med i oppgavene 1 til 4, i tillegg til at vi innfører noen flere sensorer og aktuatorer.

Oppgave: 5 Tenn taklys (Br I)

Tenn taklampa ved å trykke på bryter Br I til venstre nærmest døra når du kommer inn i rommet. Lampa skal slukkes ved neste trykk.

Oppgave: 6 Ring på II

Bruk alarmen til å gi "ringelyd" når ringeknappen til høyre for ytterdøra trykkes.

Utvid funksjonen ved at det gis to korte støt (1 sek) i alarmen når det trykkes på ringeknappen. Avstanden mellom de to støtene skal være 1 sek.

Oppgave: 7 Slå på kjøkkenvifta (Br II)

Slå på kjøkkenvifta ved å trykke på bryter Br II til venstre nærmest styringsenheten når du kommer inn i rommet. Vifta skal slås av ved neste trykk.

Du ønsker ikke at vifta skal gå hele tida, men være på i korte intervaller (2 sek) og av i noe lengre intervaller (8 sek). Slik skal den fortsette å slå seg av og på helt til du slår den av med Br II.

I de neste oppgavene skal vi bygge opp en komplett alarmfunksjon. Vi starter med et blankt "ark og lar de ulike oppgavene bygges på hverandre.

Tips: Under uttesting kan det være lurt å bruke taklyset istedet for alarmen, da det ikke støyer så voldsomt.

Oppgave: 8 Alarm ved vannlekkasje

Bruk fuktighetsindikatoren til å gi alarm dersom det oppstår en lekkasje under oppvaskemaskinen på kjøkkenet¹. Ved lekkasje skal alarmen gå. Alarmen skal være korte, støt 1 sek. på og 1 sek. av.

Oppgave: 9 Alarm ved innbrudd

*Utvid alarmfunksjonen med at alarmen skal gå dersom det oppstår lekkasje **eller** at døra blir “brudt opp” (åpnet).*

Utvid alarmfunksjonen ved at det gis ulik alarm alt etter som det er innbrudd eller lekkasje. Lekkasje skal gi korte støt (1 sek), mens innbrudd skal gi lange støt (2 sek). Sørg for at mellomrommet mellom signalene er like lange som selve signalet.

Oppgave: 10 Alarm ved røykutvikling

Vi ønsker også å inkludere røykvarsleren i alarmsystemet vårt. Denne skal imidlertid gi et kontinuerlig alarmsignal som varer i 10 sekunder for så å forstumme.

Oppgave: 11 IR-detektoren

Til slutt ønsker vi å inkludere IR-detektoren ved at alarmen også skal gå dersom noen eller noe beveger seg inne i huset. Denne skal bare gi lyd så lenge den detekterer bevegelse ellers være stille.

I den neste oppgaven skal vi ta i bruk lysdetektoren. Vi begynner da med “blanke ark”:

Oppgave: 12 Lysdetektoren

*Du ønsker å kunne slå innelyset av og på med Br I. I tillegg ønsker du at innelyset skal slå seg **automatisk** på dersom lyset utendørs dempes, dette er praktisk dersom du er bortreist og ønsker å gi innrykk av at du er hjemme. Den automatiske funksjonen skal imidlertid bare aktiveres når du også har slått på Br II.*

I den neste oppgaven skal elevene programmere ovnen.

Oppgave: 13 Ovnen

Det begynner å bli kaldt om kveldene og vi ønsker å ha ovnen stående på slik at temperaturen i rommet blir behagelig. Lag programmet slik at det slår på ovnen. Når temperaturen overskrider 30°C skal den slå seg av. Når den er under 28°C skal den igjen slå seg på.

Funksjonen utvides ved at kjøkkenvifta skal slå seg på når temperaturen overskrider 30°C og ovnen slås av. Likeså skal vifta slå seg av når ovnen igjen slår seg på. Vifta skal bare ha denne funksjonen dersom den ikke er påslått med Br II. Om bryter Br II er aktiv skal den inneha den vanlige funksjonen.

14.3 Sammensatte, åpne oppgaver

Senere kan en lage mer sammensatte og åpne oppgaver som f.eks.:

1. Elevene må tenke seg at det står en oppvaskemaskin over fuktighetsdetektoren.

Oppgave: 14 Automatisk tenning på dø

Tenk deg at du ønsker å lage automatisk tenning av lyset på dø. Lyset skal tennes idet du kommer inn gjennom døra. Deretter skal det være tent ca. 1 minutt etter at du har forlatt døen. I denne oppgaven antar vi at døra i huset er dodøra.

Drøft fordeler og ulemper ved forskjellige løsninger.

Opgaven er relativt åpen. En kan tenke seg ulike måter å løse oppgaven på:

- 1. En bryter aktivieres idet du kommer inn gjennom døra og lyset tennes. Bryteren deaktiveres idet døra lukkes, en tidsforsinkelse sørger for at lyset er på en viss tid etter at døra har vært åpnet.*

Denne løsningen har opplagt flere ulemper som elevene kan analysere. Følgende kan derfor være en bedre løsning, men er noe værre å realisere:

- 2. En bevegelsessensor registrerer at du kommer inn i rommet og lyset tennes. Hver gang det registreres en bevegelse i rommet holdes lyset i 1 min. Tenning av lyset reaktiveres hver gang en bevegelse skjer. Siste bevegelse inntreffer idet du forlater rommet. Lyset holdes 1 min etter siste bevegelse.*

Denne løsningen synes fornuftigere. Under uttesting kan holde perioden reduseres til f.eks. 5 sek. slik at uttestingen går raskere. Når de er fornøyd med funksjonen kan holdetiden utvides til normal lengde.

15 Referanser

- [1] Siemens, “*LOGO!*”, Manual Edition 06/2003
- [2] Elisabeth Melin, Carola Pettersson, Marijana Popovic, “*LOGO! kom igang manual*”, Vilunda gymnasium , Stockholm 2001. (Oversatt av A&D, Oslo).
Se <http://www.siemens.no/logo>
- [3] Nedlasting av LOGO!Soft Confort - programvare, demoversjoner:
<http://www.siemens.logo>
- [4] **Intelligente hus:**
 - a) http://www2.automation.siemens.com/et/gamma/html_76/micro/index.htm
 - b) http://www2.automation.siemens.com/et/gamma/html_76/products/index*2.htm
- [5] **Oversikt over systemdeler:**
 - a) <http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.asp?aktPrim=0&nodeID=10007478&lang=en&foldersopen=-7518-7647-7621-7625-7628-7629-7632-7637-7648-7638-8192-8250-8299-7725-7928-&jumpto=7928>
- [6] **Liste over mange sensorer:**
<http://www.alge-timing.no/>
- [7] **Automatisk utstyr i trafikken**
<http://www.sonnico.no/wbch3.exe?p=1249>
- [8] **Lyssensorer**
 - a) <http://www.servodan.dk/Produkter.html>
 - b) http://slogen.hials.no/fag/Ad10600_Del2/Instrumentering/sensor_lys.htm
- [9] **Bevegelsessensorer**
 - a) <http://www.filttenborgel.dk/el-installationer/bevegelsensor.htm>
 - b) <http://www.bilradiospes.no/alarm3.html>
- [10] **IR detektorer**
 - a) <http://www.glolab.com/pirparts/infrared.html>
 - b) <http://home.howstuffworks.com/question238.htm>
- [11] **Bilalarmer**
<http://www.bilradiospes.no/alarm.html>
- [12] **Dataloggere for skolen**
<http://www.teknodidakt.no/naturfag/pasco3.htm>
- [13] **Alarm og utrykningsutstyr**
<http://www.simarud.no/Produktoversikt.html>
- [14] **Røykvarslere**
 - a) <http://www.kidde.com.au/How+Smoke+Alarms+Work.shtml>
- [15] **Trondheim Energiverk**
“*Kraftverk i Nidelva*” brosjyre

- [16] **Handlingsplan Universell utforming av hus**
a) <http://www.universell-utforming.miljo.no>
b) <http://www.telemedisin.no>
c) <http://www.nordemens.no>
d) <http://www.smarhusforum.no>
e) <http://www.teknologiradet.no>
- [17] Stig Øyvann, "*Det digitale hjem*", Digital World Nr. 2 - 2005

Vedlegg A

Omtale av simuleringsprogrammer

A.1 Crocodile Technolog, demoversjon via internett

Du kan laste ned en demonstrasjonsversjon av Crocodile Technology fra nettet. Du går da fram som følger:

1. Går til nettstedet:

<http://www.crocodile-clips.com/crocodile/technology/index.htm>

2. Nede på sida finner du følgende link:

***“Download a free demo** version to try on your own computer - you can use all of the features for 30 days.”*

3. Nede på denne sida finner du:

***“Crocodile Technology [Win]
12.1 MB”***

4. Før du laster ned, kan det være nyttig å trykke på:

“info”

Hvor du finner følgende informasjon:

“Demo versions of 'Crocodile' software

Our demo downloads are fully working versions of our simulators. They are time-limited, and will run for thirty days from the time you first download them. They have the same features as the full versions. Unlike the full versions, they will not run on a network.

When you download the demo you will be prompted to register and receive an 'Activation Code', which you will need when installing the demo.

If you're downloading online:

1. Download the demo installer to your computer by clicking on the 'download' link beside your chosen demo. You will be prompted to register and receive an Activation Code.

2. Install the demo on your computer by double-clicking on the installer file you have downloaded. You will need to enter the Activation Code during the installation. You will then be able to use the software for 30 days.”

Gå tilbake til foregående side.

5. Last ned program ved å trykke:

“download”

6. Før du installerer programmet trykk:

“aktiver”

på samme side. Her blir du bedt om å registrere deg om du er ny bruker. Du vil så få tilsendt en kode som skal brukes ved installasjon av programmet. Du vil da kunne teste programmet i 30 dager.

7. Pakk ut og installer programmet på egen PC.

A.2 Gratis elektro simuleringsprogram fra Edmark

Et amerikansk læremiddelfirma har utarbeidet en mengde læreprogrammer også innen simulering av elektriske kretser. Demonstrasjonsprogrammet som her anbefales, kan ikke simulere elektroniske komponenter som f.eks. lysdioder og transistorer, men kan meget vel brukes for å koble opp kretser med brytere, lyspærer og andre elektriske apparater som f.eks. motorer og vifter.

Dette programmet kan hentes ned fra følgende nettsadresse:

<ftp://ftp.vobs.at/software/Bildung/VirtualLabsElectricity.zip>

Demo-programmet er på 5,5Mbyte



Figur A.1 Eksempler på skjermbilder av simuleringsprogrammet *VirtualLabs: Electricity™*

Demonstrasjonsversjonen kan gjøre det meste. Det er imidlertid ikke mulig å lagre oppkoblinger for senere å hente dem opp igjen. For å få til det må man kjøpe programmet.

A.3 Gratis demoversjon av Comfort V5.0 for programmering av LOGO!

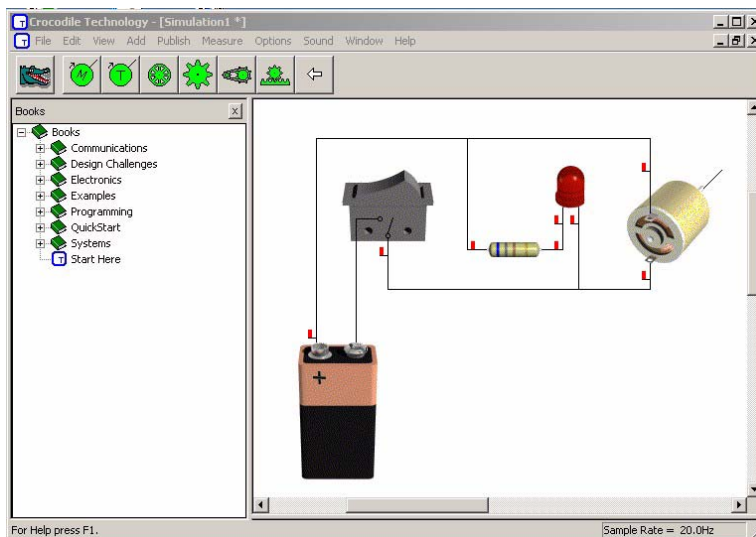
En demoversjon av programmet Comfor V5.0 for programmering av LOGO! kan lastes ned fra følgende adresse:

http://www2.automation.siemens.com/logo/html_76/support/01ToolsDownloads/index.html

Vedlegg B Løsninger på simuleringsoppgaver

B.1 Øvelse 1 A. Enkel kjøkkenvifte med lysdiode

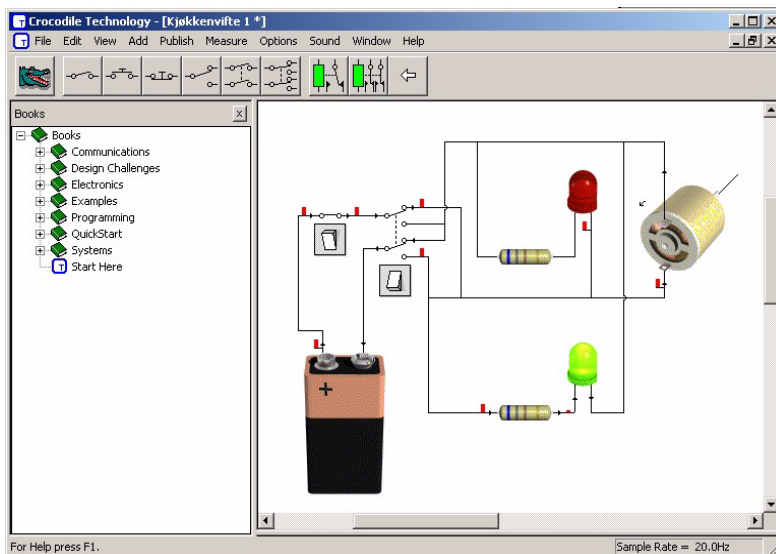
Figuren under viser hvordan vifta kan kobles opp.



Legg merke til motstanden som er koblet i serie med lysdioden for å begrense strømmen.

B.2 Øvelse 1 B, Enkel kjøkkenvifte med lysdiode

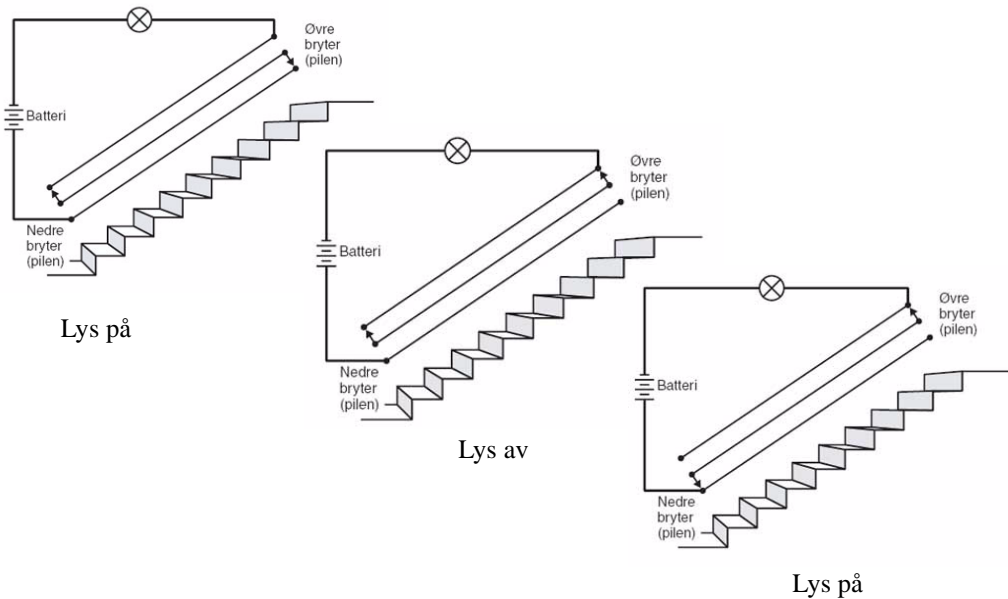
Figuren under viser hvordan ei kjøkkenvifte som skal gå begge veier kan kobles opp.



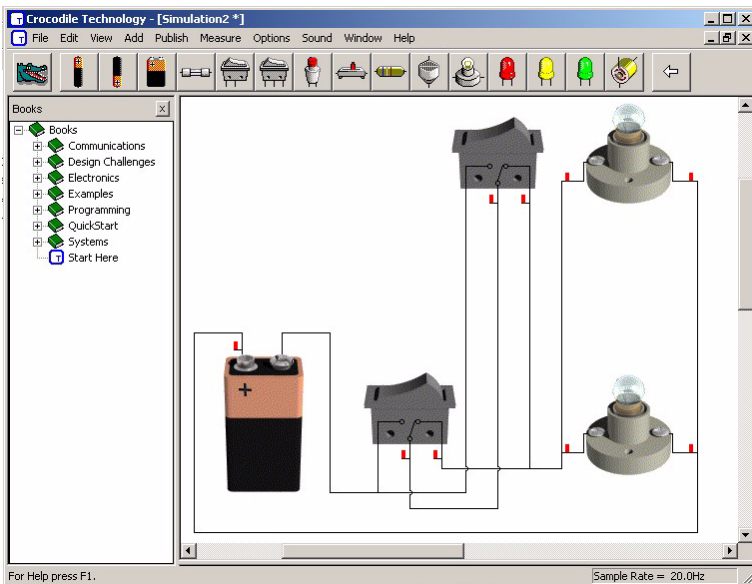
B.3 Øvelse 2 A Trappelys 1

For å løse dette problemet må en benytte vendere i tillegg til at en må bruke tre ledninger mellom bryteren i hver av etasjene.

Figuren under viser hvordan en tenker når en skal løse dette problemet.

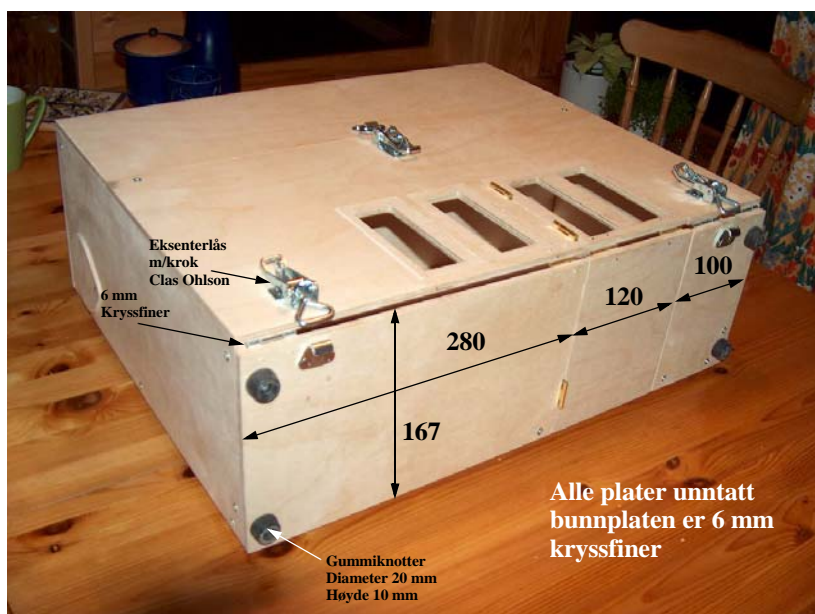
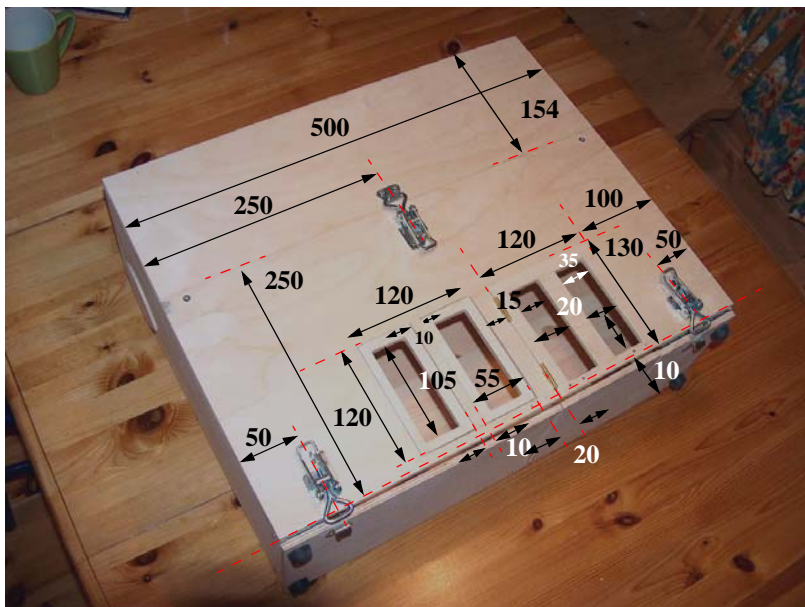


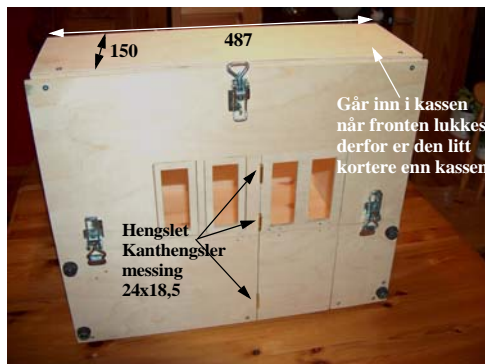
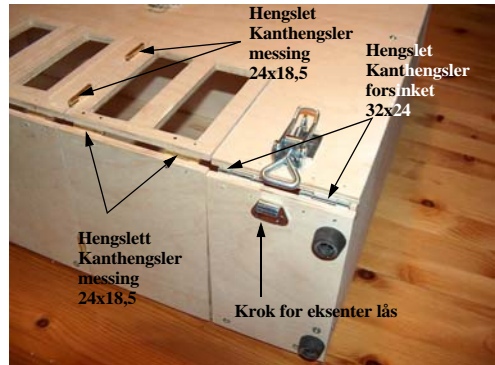
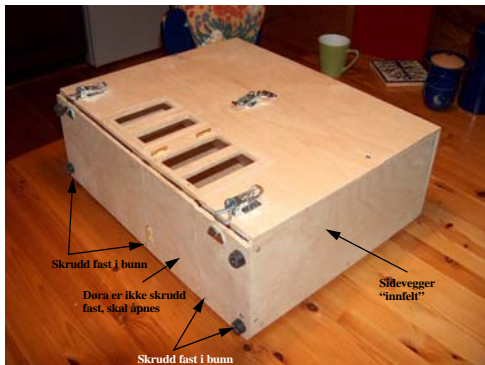
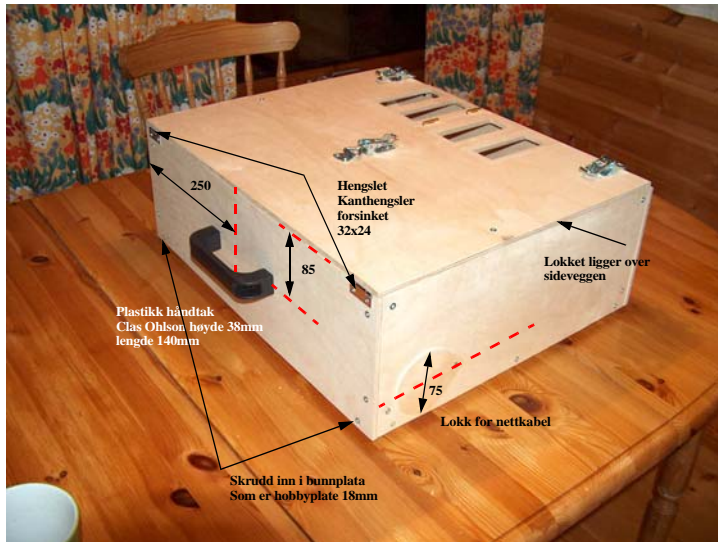
Denne situasjonen kan også simuleres som vist på figuren under:

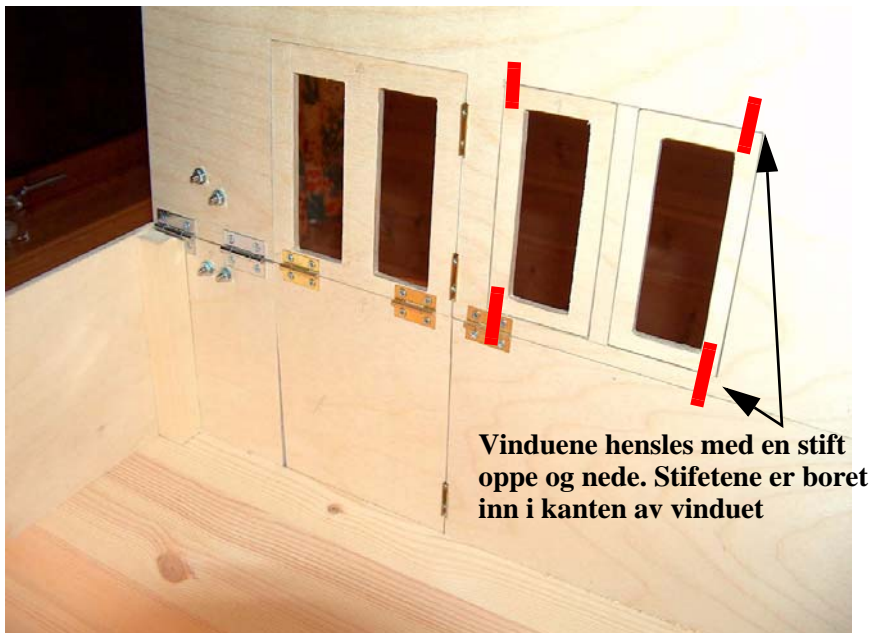
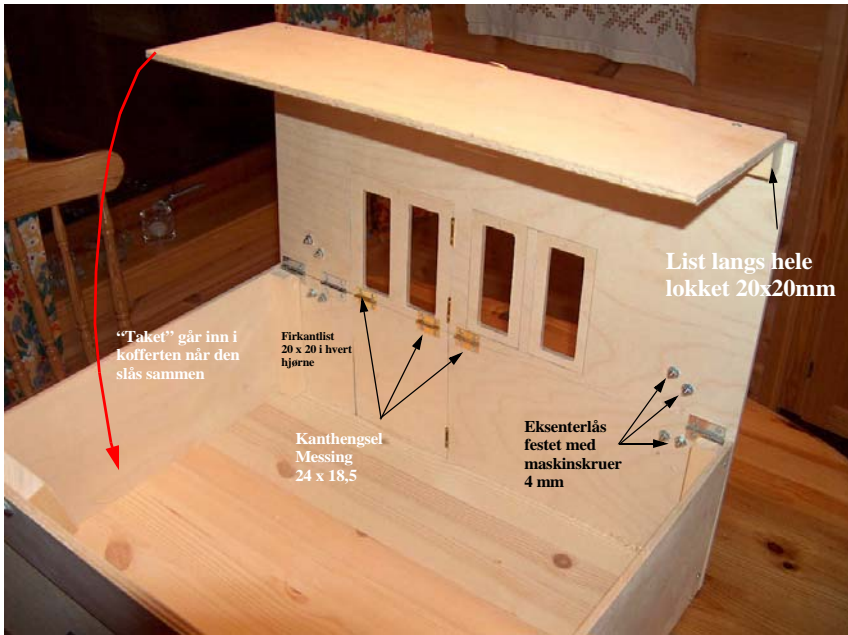


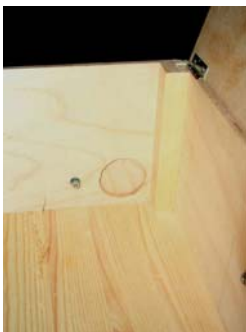
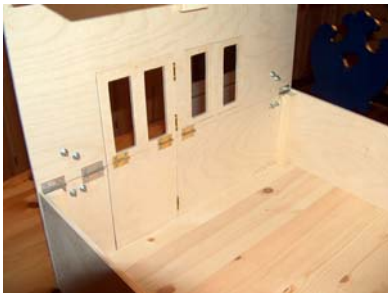
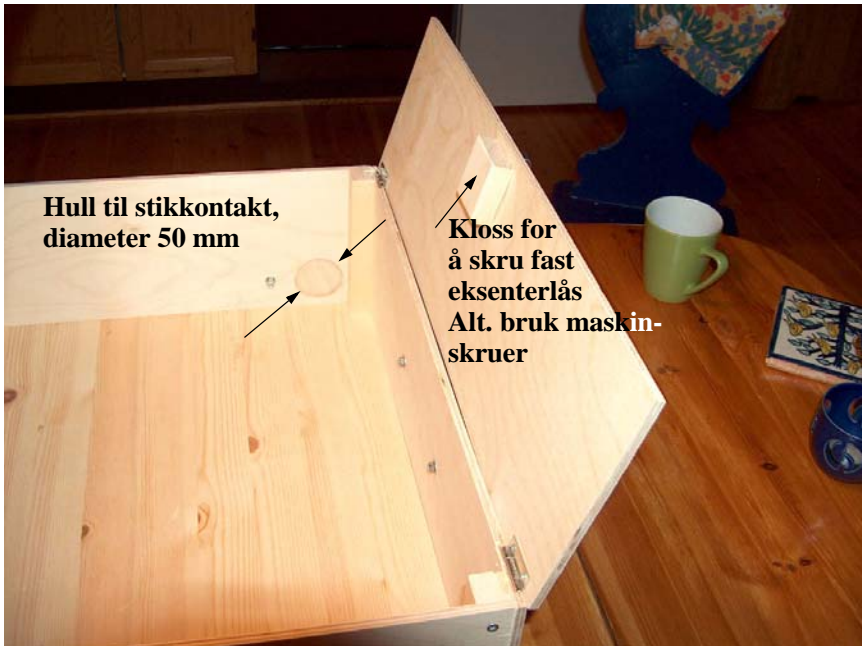
Vedlegg C Byggebeskrivelse av koffert modellhuset

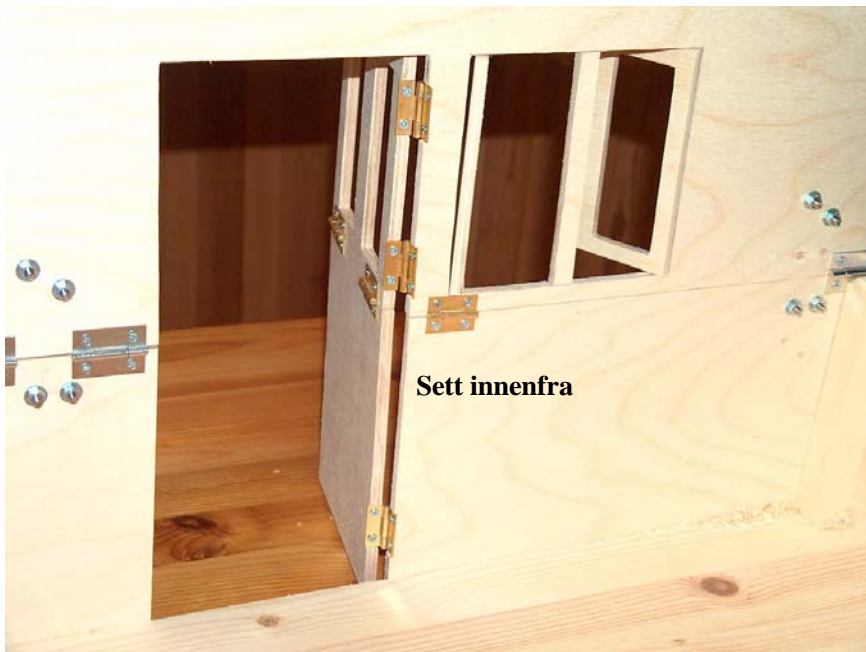
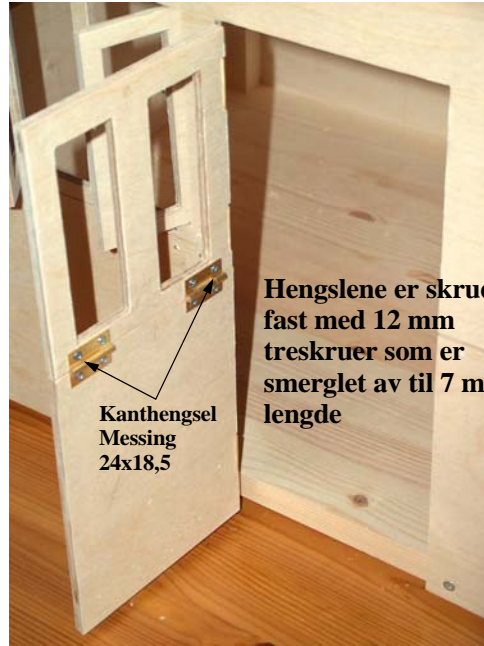
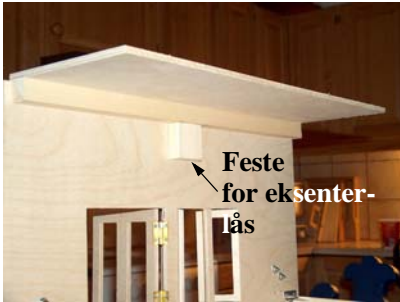
Dette vedlegget viser hvordan kofferten er bygget og vil være en støtte om modellhusene bygges ved egen skole.

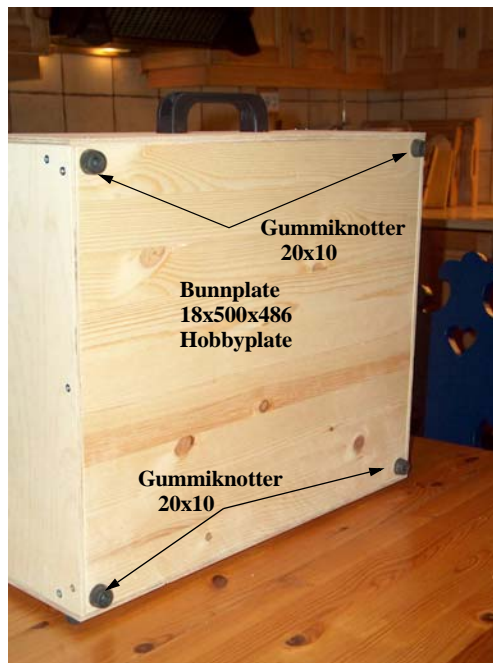










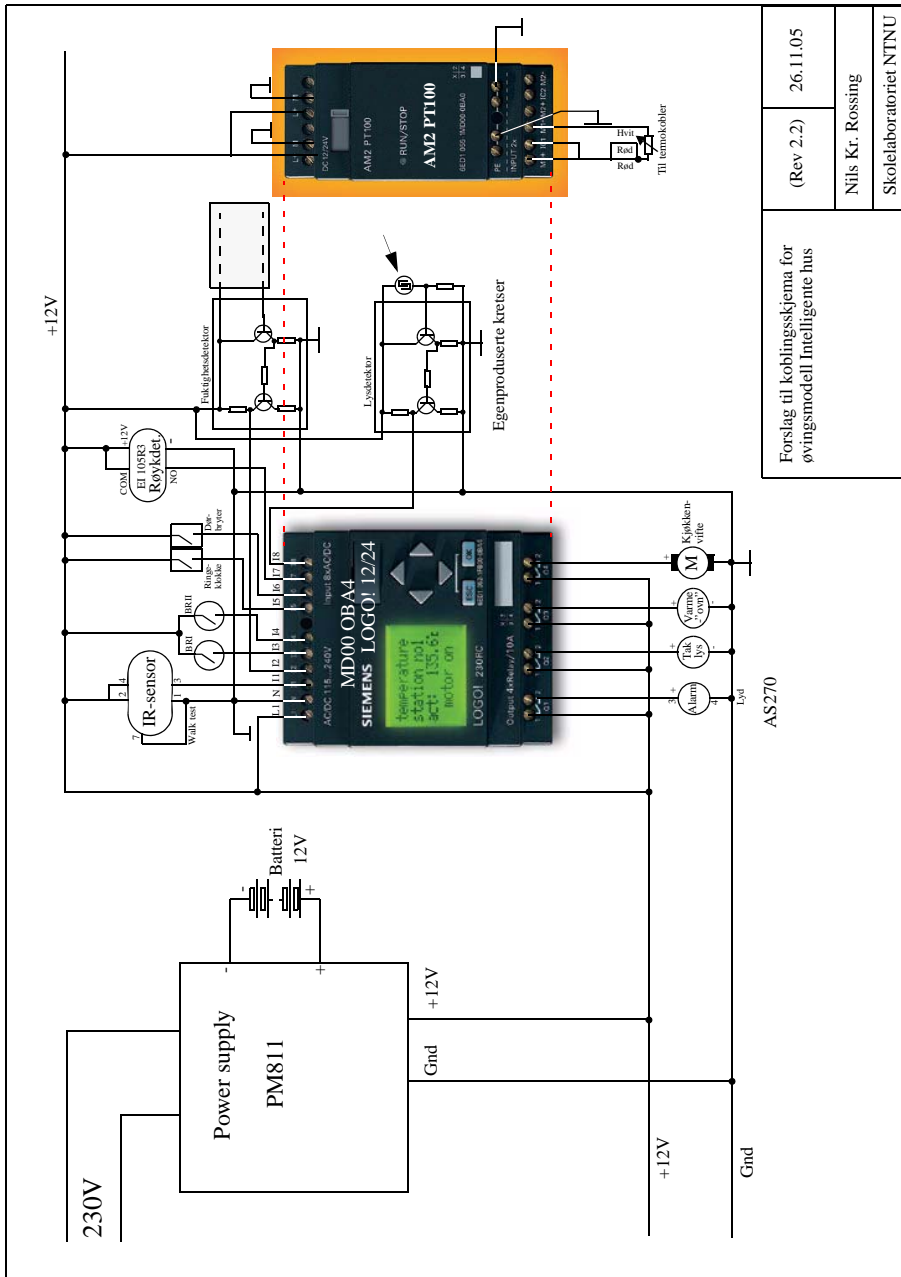


Vedlegg D

Koblingsanvisning for modellhus

D.1 Koblingsskjema

Diagrammet under viser koblingsskjema for modellhuset.



Forslag til koblingsskjema for øvingsmodell Intelligent hus

(Rev 2.2)

Nils Kr. Rossing

Skolelaboratoriet NTNU

D.2 Kodeskjema for ledningsføring

Table 1: Kodeskjema for ledningsføring for modellhus Rev 2.2 27.09.05.

Element	Grønn	Grønn/Hvit	Blå	Blå/Hvit	Orange	Orange/Hvit	Brun	Brun/Hvit	Kabel nr
Sensorer									
IR-sensor	Jord	+12V					Alarm (4)	Alarm (3)	1
Røykdetekt.			COM	NO	+12V	Jord			1
Lysdetekt.			Jord (1)	+12V (4)	Jord (2)	(3)			6
Dørbryter			Kontakt	Kontakt +					2
Bryter I					Kontakt	Kontakt +			2
Bryter II							Kontakt	Kontakt +	2
Ringeknapp	Kontakt	Kontakt +							2
Fuktighetdet.			(3)	Jord (2)	Jord (1)	+12V (4)			5
Temperatur	Temp 1xhvit	Temp 2xrød							4
Aktuatorer									
Alarm					Jord (4)	+12V (3)			4
Lys inne							Jord	+12V	6
Ovn							+12V	Jord	4
Vifte	Jord	+12V							6
Powersupply									
Power	Jord	+12V	Tember	Tember	Jord	+12V	Jord	+12V	3

Nummer i parentes () angir nummer på lokalt koblingspanel.

Kabel 2 er delt opp med en koblingsboks.

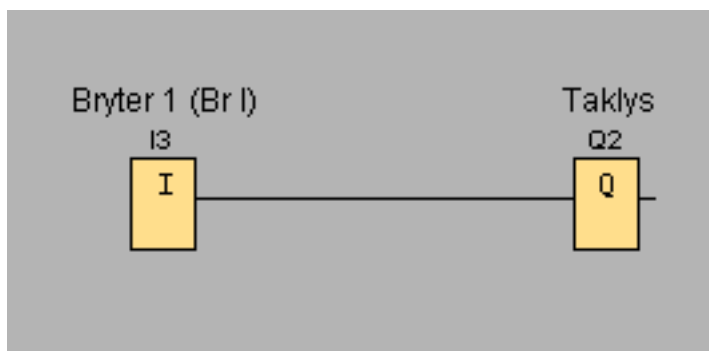
Vedlegg E Øvingsoppgaver, intelligente hus

Denne delen gir forslag til løsninger på øvingsoppgavene i kapittel 14.

E.1 Løsningsforslag til: Enkle oppgaver for å teste ut funksjoner

E.1.1 Løsningsforslag til oppgave 1: Tenn taklys (Br I)

Tenn taklampa ved å trykke på bryter Br I til venstre nærmest døra når du kommer inn i rommet. Lampa skal slukkes ved neste trykk.

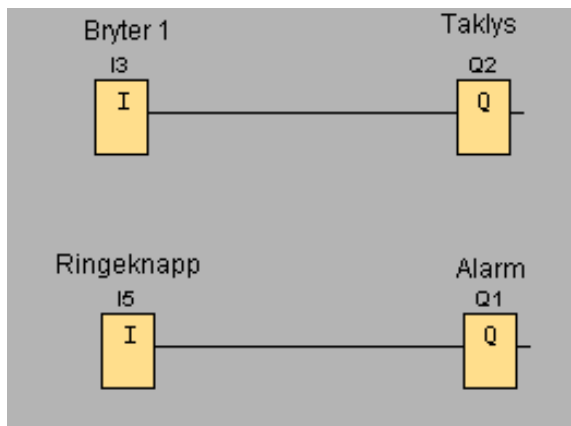


Figur E.1 Løsningsforslag oppgave 1.

E.1.2 Løsningsforslag til oppgave 2: Ring på I

Bruk alarmen når ringebryteren ved døra trykkes inn. Når knappen igjen slippes skal lyden stoppe.

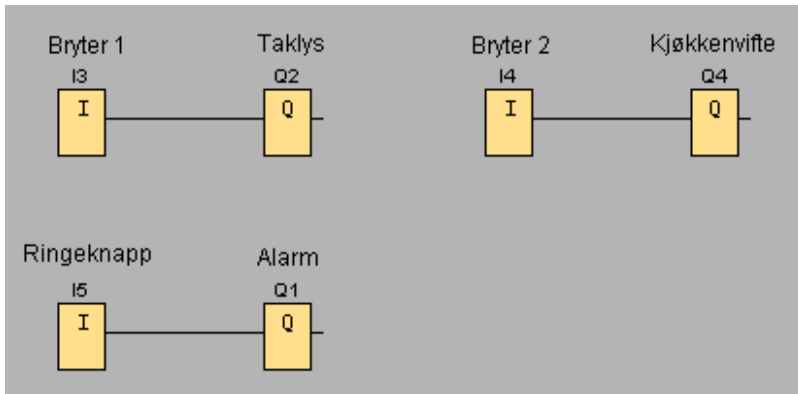
Nå har programmet to funksjoner som virker uavhengig av hverandre.



Figur E.2 Løsningsforslag oppgave 2.

E.1.3 Løsningsforslag til oppgave 3: Start kjøkkenvifte

Kjøkkenvifta skal slå på ved hjelp av bryter 2, lengst fra døra. Når bryteren slås av skal den stoppe.



Figur E.3 Løsningsforslag på oppgave 3.

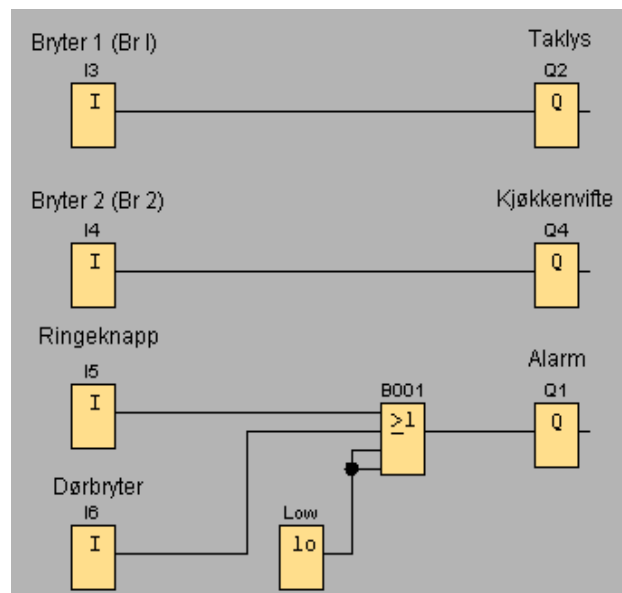
E.1.4 Løsningsforslag til oppgave 4 og 4A: Innbruddsalarm

Alarmen skal gå når døra åpnes og stoppe og døra lukkes, samtidig skal lyset tennes.

Tips: Merk at dørbryteren er aktiv lav, dvs. at når døra åpner seg så er Inngangen 1-6 0V (lav), når døra er lukket er den ca. 5V (høy).

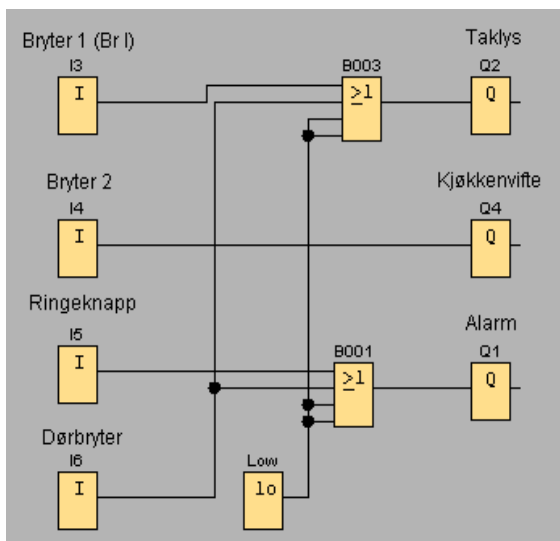
Kommentarer:

Utfordringen i denne oppgaven er at alarmen skal startes både av døra og av dørklokka, vi må derfor benytte en eller-krets slik at både dørbryteren og ringeklokka kan starte alarmen. Eller-kretsen har fire innganger, det er viktig at vi legger ubrukte innganger til lav. Hvorfor kan vi ikke legge dem til høy.



Figur E.4 Løsningsforslag til oppgave 4.

Dersom vi i tillegg ønsker å tenne lyset når døra åpnes, må vi benytte en *eller*-krets for styring av taklyset. Legg merke til at vi nå kan koble sammen alle innganger som må legges lav på begge *eller*-kretsene.



Figur E.5 Løsningsforslag til oppgave 4A.

E.2 Løsningsforslag til: Oppgaver som bringer oss litt videre

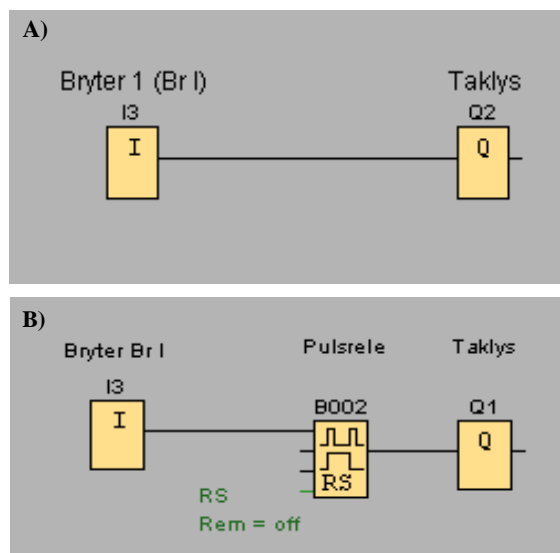
E.2.1 Løsningsforslag til oppgave 5: Tenn taklys (Br I)

Tenn taklampa ved å trykke på bryter Br I til venstre nærmest døra når du kommer inn i rommet. Lampa skal slukkes ved neste trykk.

Kommentarer:

Figur E.6 A) viser en meget enkel forbindelse mellom bryter Br I og releet Q2 som styrer taklyset. Denne oppkoblingen vil fungere for kippbrytere.

Figur E.6 B) viser en løsning som kan egne seg for trykkbrytere. Lyset vil toggle av og på ved trykk på bryteren.

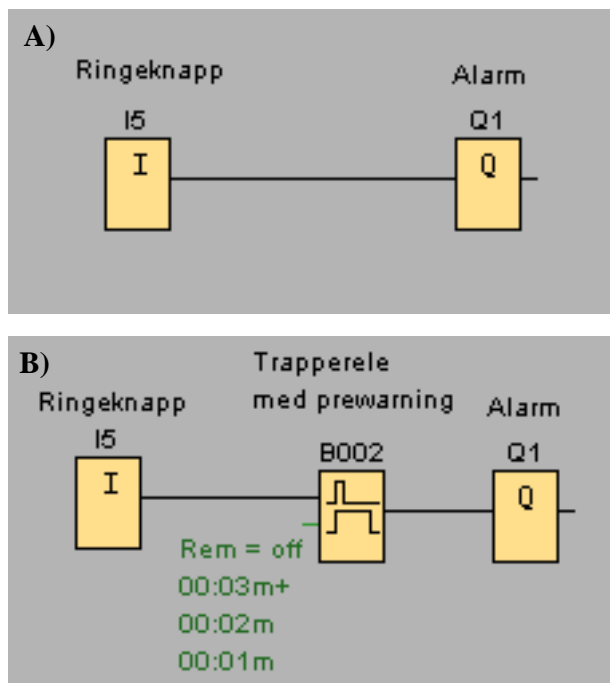


Figur E.6 Løsning oppgave 5.

E.2.2 Løsningsforslag til oppgave 6: Ring på II

Bruk alarmen til å gi en "ringelyd" når ringeknappen til høyre for ytterdøra trykkes.

Utvid funksjonen ved at det gis to korte støt (1 sek) i alarmen når det trykkes på ringeknappen. Avstanden mellom de to støtene skal være 1 sek.



Figur E.7 Løsning oppgave 6.

Kommentar:

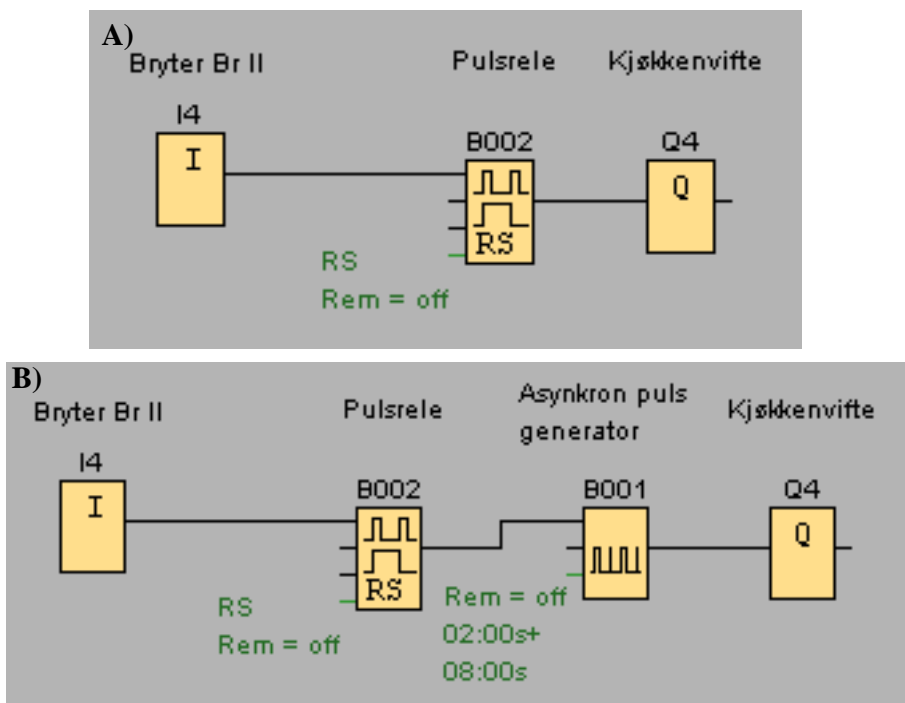
Figur E.7 A) Alarmen gir signal så lenge ringeknappen er trykket inn.

Figur E.7 B) Alarmen gir to signaler på 1 sekund med et mellomrom på 1 sek. Et trapplys funksjon med forvarsling er benyttet. Denne slukker lyset et kort øyeblikk en viss tid for alt lys slukkes.

E.2.3 Løsningsforslag til oppgave 7: Slå på kjøkkenvifta (Br II)

Slå på kjøkkenvifta ved å trykke på bryter Br II til venstre nærmest styringsenheten når du kommer inn i rommet. Vifta skal slås av ved neste trykk.

Du ønsker ikke at vifta skal gå hele tida, men være på i korte intervaller (2 sek) og av i noe lengre intervaller (8 sek). Slik skal den fortsette å slå seg av og på helt til du slår den av med Br II.



Figur E.8 Løsning oppgave 7A) og B).

Kommentar:

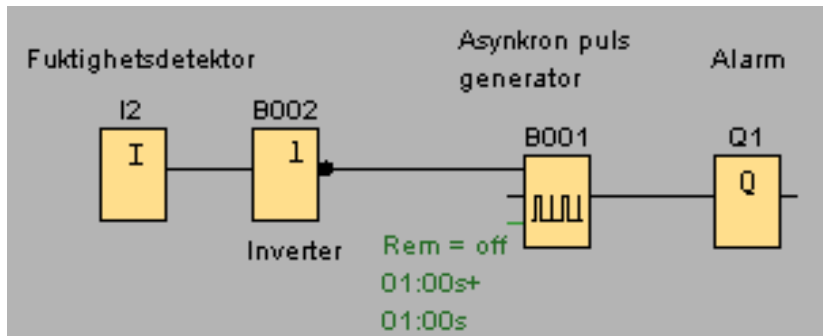
Figur E.8 A) Kjøkkenvifta slår seg på når bryter Br II trykkes inn

Figur E.8 B) Kjøkkenvifta slår seg på og av i intervaller. 2 sek. på og 8 sekunder av. Til denne funksjonen brukes en asynkron pulsgenerator.

E.2.4 Løsningsforslag til oppgave 8: Alarm ved vannlekkasje

Bruk fuktighetsindikatoren til å gi alarm dersom det oppstår en lekkasje under oppvaskemaskinen på kjøkkenet¹. Ved lekkasje skal alarmen gå. Alarmen skal være korte, støt 1 sek. på og 1 sek. av.

1. Elevene må tenke seg at det står en oppvaskemaskin over fuktighetsdetektoren.



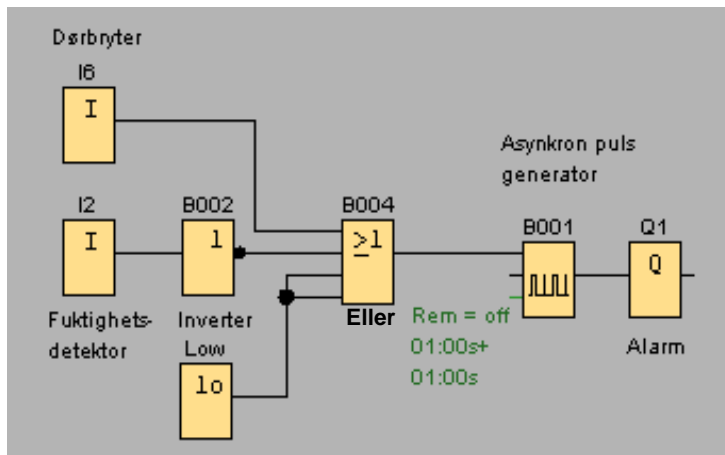
Figur E.9 Løsning oppgave 8.

Kommentar:

Når fuktigdetektoren registrerer fuktighet vil utgangen gå lav ($I2 < 5V$). Dette signalet inverteres slik at den asynkrone pulsgeneratoren starter et pulstog med signal på og av med lengde på 1 sek og av 1 sek. Se figur E.9.

E.2.5 Løsningsforslag til oppgave 9: Alarm ved innbrudd

Utvid alarmfunksjonen med at alarmen skal gå dersom det oppstår lekkasje **eller** at døra blir "brudt opp" (åpnet).

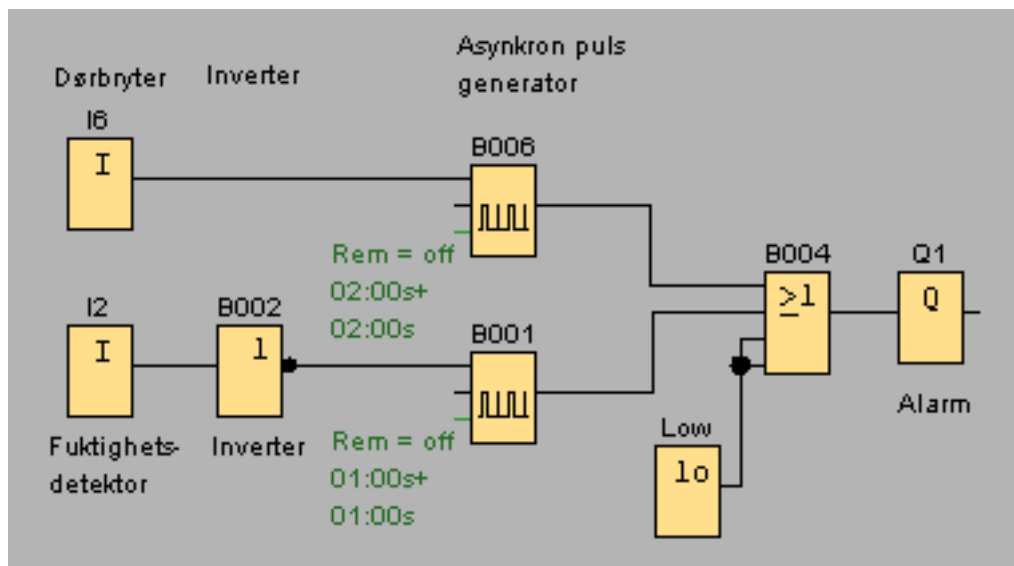


Figur E.10 Løsning oppgave 9A.

Kommentar:

Når fuktighetsdetektoren registrerer fuktighet vil utgangen gå lav ($I2 < 5V$). Dette signalet inverteres slik at den asynkrone pulsgeneratoren starter et pulstog med signal på og av med lengde på 1 sek og av 1 sek. Se figur E.10. På samme måte vil alarmen gå dersom døra åpnes. Når døra åpnes vil signalet fra dørbryteren legges høyt ($I6 = 12V$). Alarmen gir støtvis signaler (1 sek. på og 1 sek. av osv.).

Utvid alarmfunksjonen ved at det gis ulik alarm alt etter som det er innbrudd eller lekkasje. Lekkasje skal gi korte støt (1 sek), mens innbrudd skal gi lange støt (2 sek). Sørg for at mellomrommet mellom signalene er like lange som selve signalet.



Figur E.11 Løsning oppgave 9B.

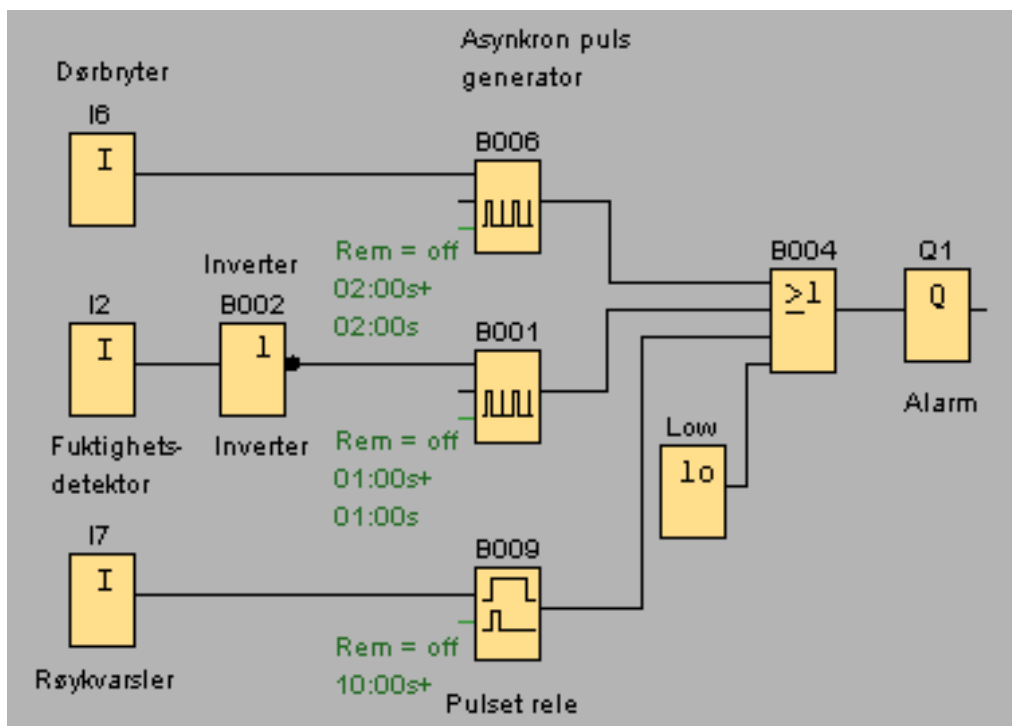
Kommentar:

Når fuktighetsdetektoren registrerer fuktighet vil utgangen gå lav ($I2 < 5V$). Dette signalet inverteres slik at den asynkrone pulsgeneratoren starter et pulstog med signal på og av med lengde på 1 sek og av 1 sek. Se figur E.11. På samme måte vil alarmen gå dersom døra åpnes. Når døra åpnes vil signalet fra dørbryteren legges lavt ($I6 = 0V$). Alarmen gir støtvis signaler (2 sek. på og 2 sek. av osv.). Siden hver av funksjonene har sin egen pulsgenerator kan vi skille alarmen for lekkasje og innbrudd fra hverandre.

Hva skjer dersom vi både har lekkasje og innbrudd samtidig?

E.2.6 Løsningsforslag til oppgave 10: Alarm ved røykutvikling

Vi ønsker også å inkludere røykvarsleren i alarmsystemet vårt. Denne skal imidlertid gi et kontinuerlig alarmsignal som varer i 10 sekunder for så å forstumme.



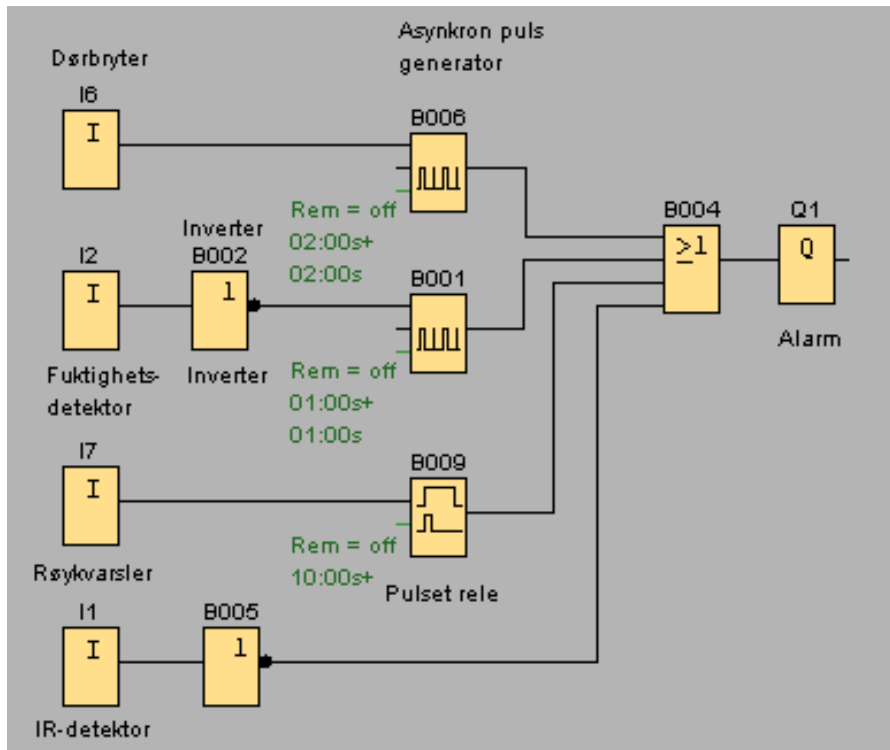
Figur E.12 Løsning oppgave 10.

Kommentar:

I denne løsningen har vi også inkludert røykvarsleren (I7). Ved hjelp av et pulset rele (wiping relay) så lager vi et 10 sek. langt signal på utgangen. Dette inntreffer uavhengig av om røykvarsleren detekterer røyk i mer enn 10 sek. Legg også merke til at røykvarsleren maskerer både innbrudd og lekkasje.

E.2.7 Løsningsforslag til oppgave 11: IR-detektoren

Til slutt ønsker vi å inkludere IR-detektoren ved at alarmen også skal gå dersom noen eller noe beveger seg inne i huset. Denne skal bare gi lyd så lenge den detekterer bevegelse ellers være stille.



Figur E.13 Løsningsforslag til oppgave 11.

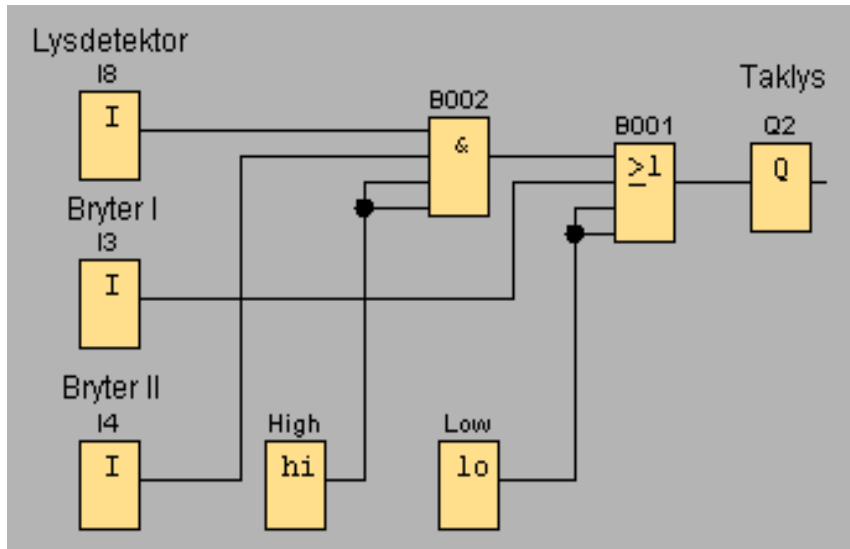
Kommentar:

Siden IR-detektoren skal gi signal bare når den detekterer bevegelse og ellers være stille, lar vi den være koblet direkte inn på *eller*-kretsen. Vi legger merke til at vi må invertere signalet fra IR-detektoren fordi denne er aktiv lav.

Er dette en fornuftig løsning?

E.2.8 Løsningsforslag til oppgave 12: Lysdetektoren

Du ønsker å kunne slå innelyset av og på med Br I. I tillegg ønsker du at innelyset skal slå seg **automatisk** på dersom lyset utendørs dempes, dette er praktisk dersom du er bortreist og ønsker å gi innrykk av at du er hjemme. Den automatiske funksjonen skal imidlertid bare aktiveres når du også har slått på Br II.



Figur E.14 Løsningsforslag til oppgave 12.

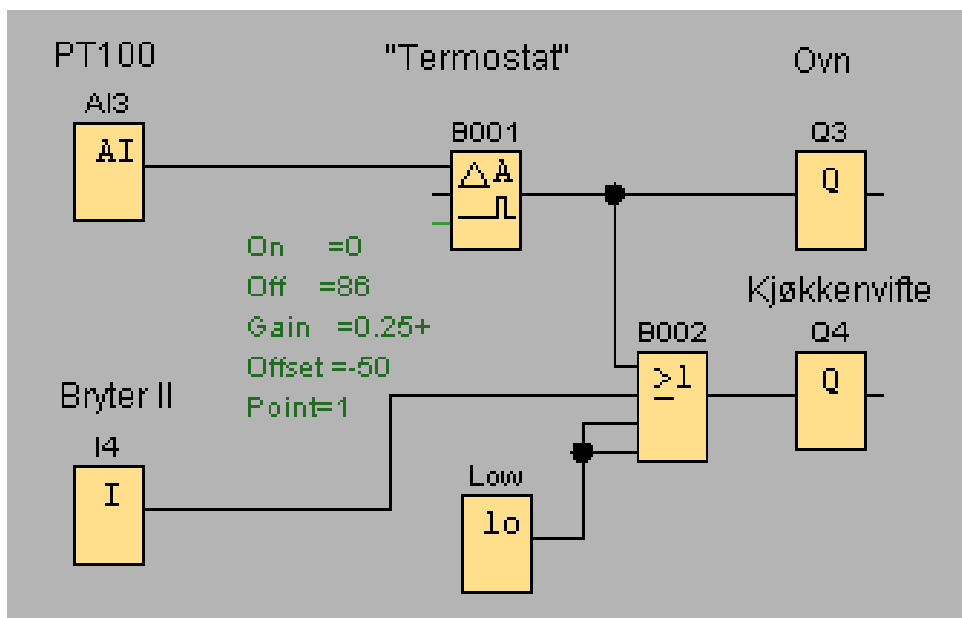
Kommentarer:

I denne kretsen har vi tre innganger, de to bryterne (I og II) og lysdetektoren. Vi vet at når lysdetektoren oppdager lys, så vil den gi et lavt signal på utgangen. Når den registrerer mørke vil den gi et høyt signal. Siden lysdetektoren bare skal være aktiv når Bryter II er slått på, må vi bruke en og-funksjon (B002).

E.2.9 Løsningsforslag til oppgave 13: Ovn

Det begynner å bli kaldt om kveldene og vi ønsker å ha ovnen stående på slik at temperaturen i rommet blir behagelig. Lag programmet slik at det slår på ovnen. Når temperaturen overskrider 30°C skal den slå seg av. Når den er under 30°C skal den igjen slå seg på.

Funksjonen utvides ved at kjøkkenvifta skal slå seg på når temperaturen overskrider 30°C og ovnen slås av. Likeså skal vifta slå seg av når ovnen igjen slår seg på. Vifta skal bare ha denne funksjonen dersom den ikke er påslått med Br II. Om bryter Br II er aktiv skal den inneha den vanlige funksjonen.



Figur 164 Løsningsforslag til varmeovn med termostat.

Kommentar:

Termoelementet er koblet til AI3 som er PT100 (termoelementet). Den målte temperaturen sammenlignes med ønsket temperatur i den analoge komparatoren ("Termostaten") som styrer ovnen Q3. Samtidig styrer den kjøkkenvifta, Q4. Vi bruker en *eller*-krets slik at Bryter II kan overstyre termostaten og slå på kjøkkenvifta. Når Bryter II er avslått, vil termostaten være det eneste som styrer vifta.

Vedlegg F Oversikt over mulige sensor- og aktuatorenheter

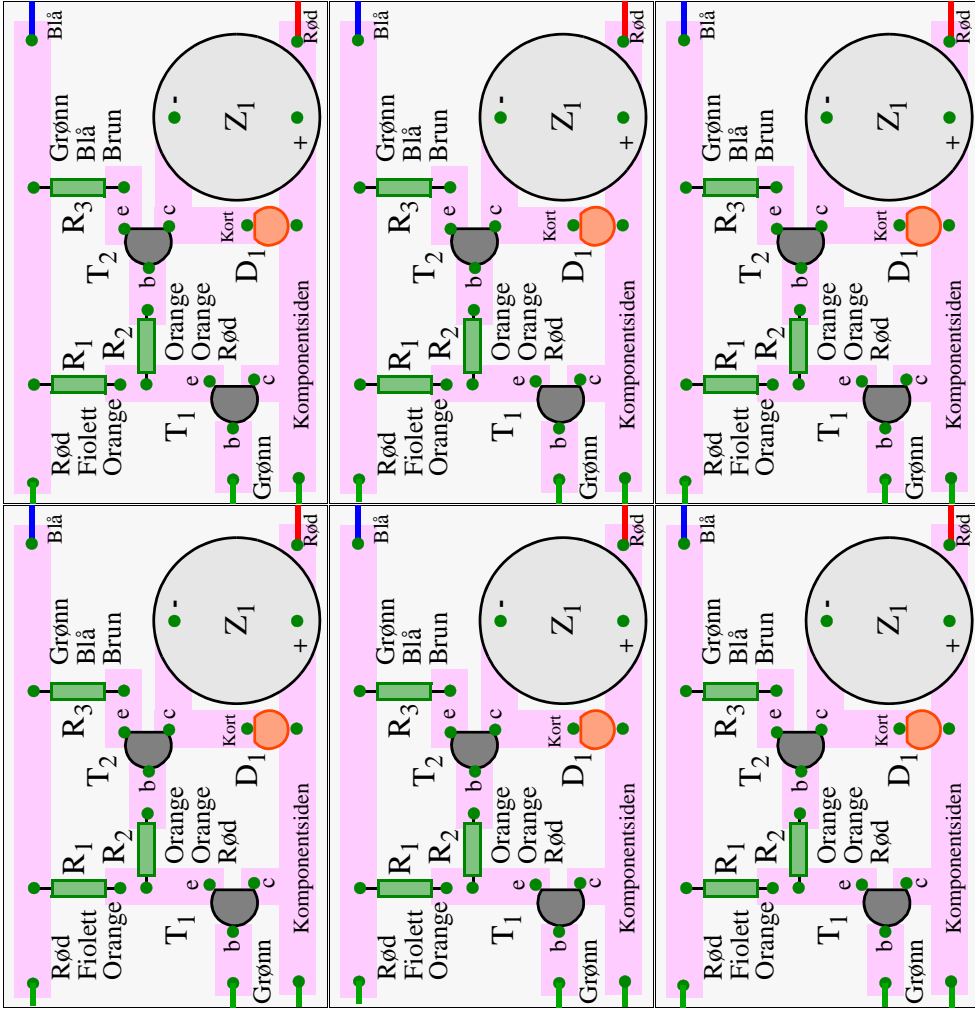
Tabellen viser en oversikt over mulige sensor- og aktuatorenheter.

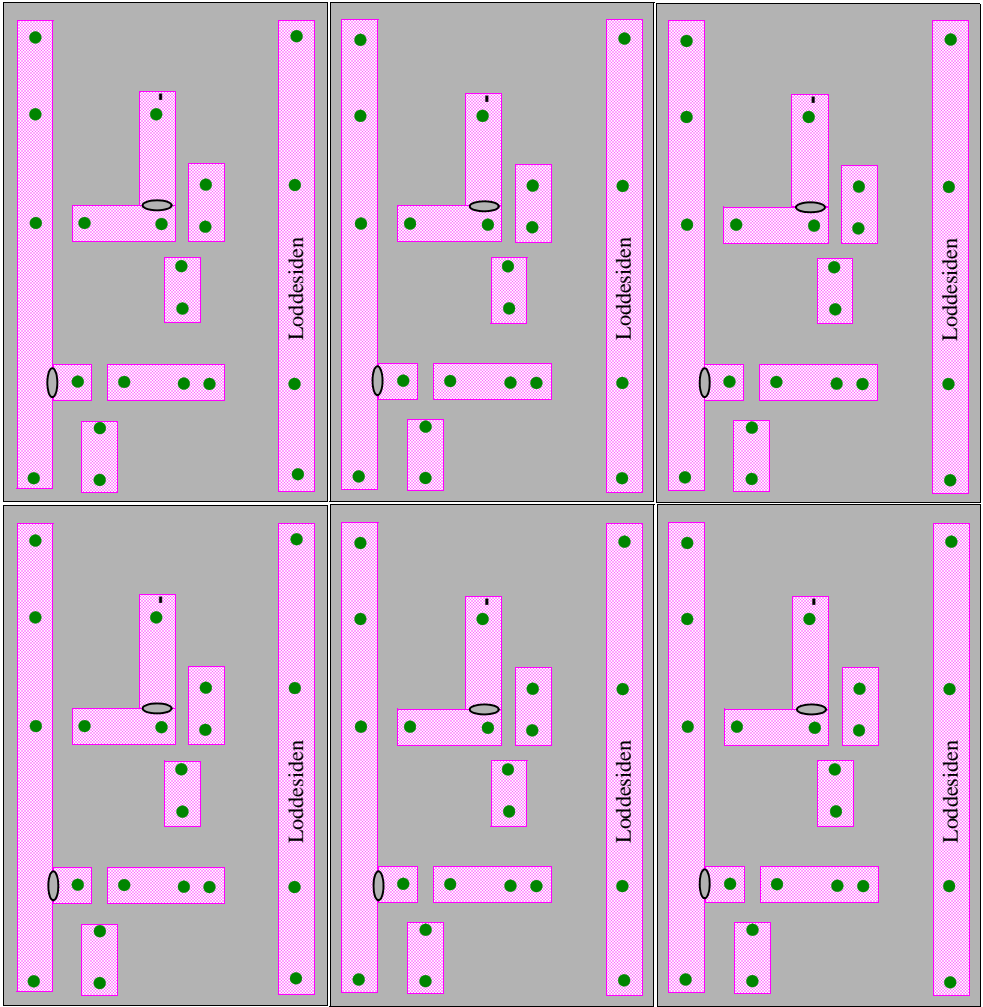
Sensor		Aktuator	
Bryter (enkel)		Lyspunkt	
Opp/ned	Dimming/	Persienner opp/ned auto	
Dørklokke		Dimming av lys	
Temperaturreg.		Garasjeport/motor	
Bevegelsessensor		Oppvarming	
Lyssensor		Ventiler/stengekraner	
Temp. sensor			
Luftfuktighet		Gong-Gong	
Vindsensor		Alarm	
Fuktighetssensor		Air condition	
Vindus/dørsensor	Åpen/lukket		
Låssensor	Låst/åpen	Elektronisk lås	
Gass-sensor	CO ₂ osv		
Røyvarsler			
Værstasjon	Lys, regn, vind, skumring, temp		
Vaktensorer	Bevokting av områder		
Visuelle sensorer			
Solcellepanel			

Funksjon	Kommentar
Tenning slukking av lys/Dimming	
Automatisk tenning/slukking av lys	
Styring av persienner	Som funksjon av lys, vind, temp.
Styring av Air Condition	
Nattsenkning på ovner	
Styring av vannbåren varme/radiatorer	
Start og stopp av husholdningsapparater	Som funksjon av tidspunkt
Styring/Overvåking av solceller/batterier	
Styring v.hj.a. PC	
Styring via telefon/SMS	
Styring v.hj.a. fjernkontroll	
Styring ved hjelp av TV	
Alarmfunksjon oppringt varsling vaktentral	Ved brann, vannlekkasje, innbrudd

Vedlegg G

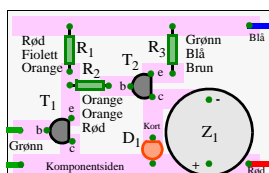
Kopieringsmal for kretsutlegg





Vedlegg H Bygg en fuktighetsindikator (elevark)

1. Ta ut monteringsplata. På komponentsida skal vi montere komponentene. På lodd siden monteres kobbertapen.

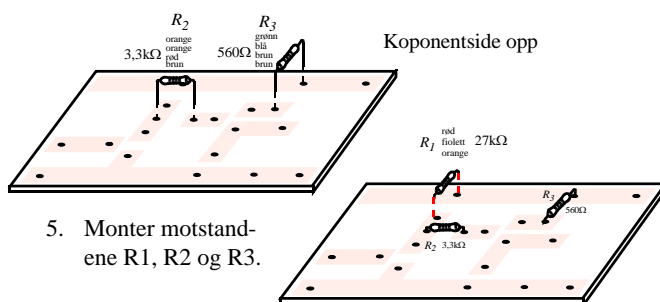
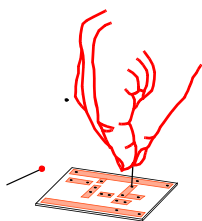


2. Klipp opp metalltapen i riktige lengder og klistre dem på lodd siden av monteringsplata.



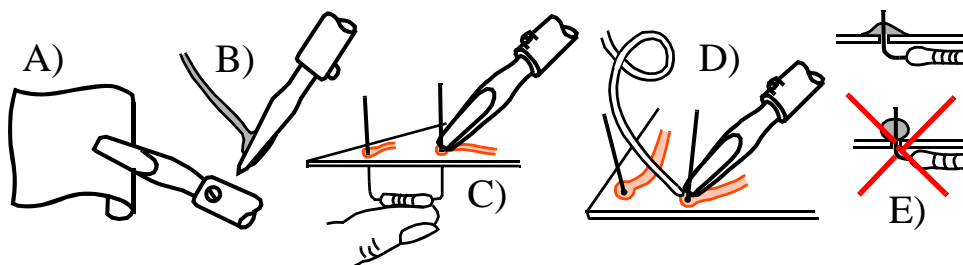
3. Stikk hull gjennom plata og tapen. Prikkene på komponentsida av monteringsplata viser hvor hullene skal stikkes.

4. Bruk nåla til å stikke hull.



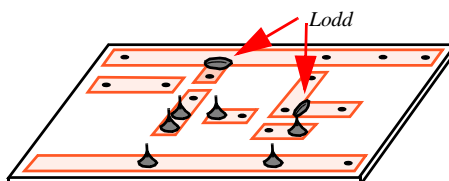
5. Monter motstandene R1, R2 og R3.

Mini loddekurs

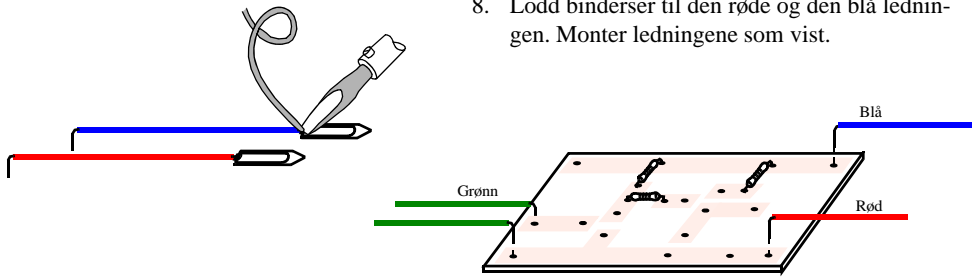


6. Loddekurs: A) Rengjør spissen med en våt klut. B) Fortinn begge sider av bolten. C) Varm opp loddested og kobbertape. D) Tilfør loddetinn til loddestedet. E) Se til at loddetinnet flyter utover.

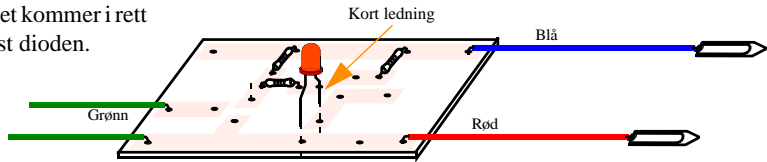
7. Snu monteringsplata med lodd siden opp og lodd fast motstandene. Lodd også på de angitte punktene.



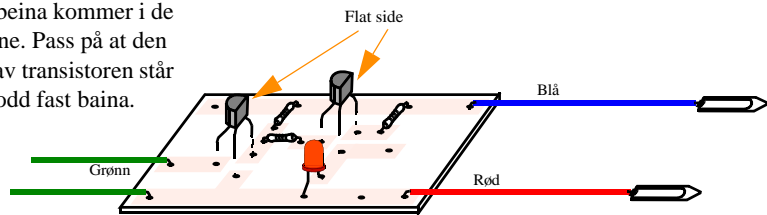
8. Lodd binderser til den røde og den blå ledningen. Monter ledningene som vist.



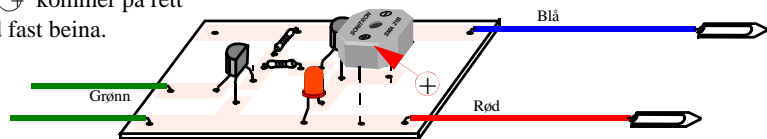
9. Monter lysdioden. Pass på at det korte beinet kommer i rett hull. Lodd fast dioden.



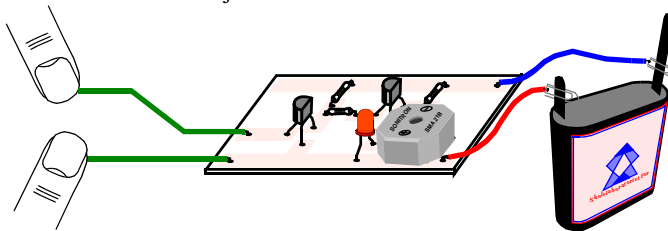
10. Monter transistorene. Pass på at alle tre beina kommer i de rette hullene. Pass på at den flate sida av transistoren står rett vei. Lodd fast baina.



11. Monter lyd giveren. Pass på at siden med ⊕ kommer på rett sted. Lodd fast beina.



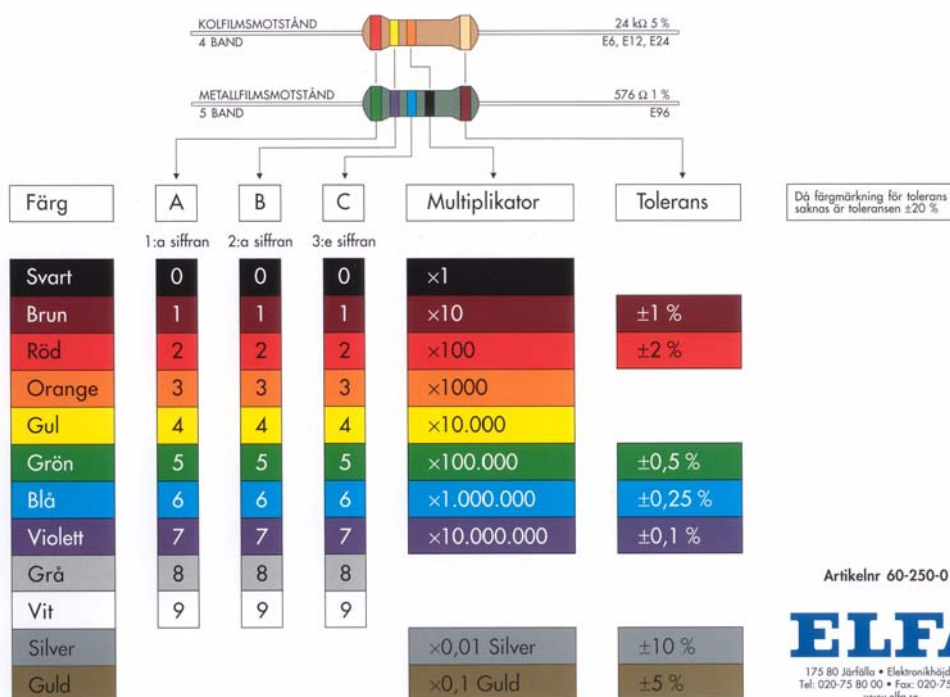
12. Koble til batteriet. Rød ledning til pluss, blå ledning til minus. Sjekk kretsen.



Vedlegg I Fargekoding av motstander

Motstander er ofte merket med fargede ringer som angir resistansen eller verdien til motstanden. Antallet ringer er avhengig av hvor nøyaktig resistansen er. Nøyaktigheten angis som en toleranse i %. Dvs. at verdien skal garantert være innenfor et angitt prosentvist avvik. Ofte angis toleransen ved hjelp av en gull- eller sølvfarget ring. En sølvfarget ring antyder at toleransen er innen +/-10%, en gullfarget innen +/-5%. Også andre farger kan benyttes for mer nøyaktige motstander med mindre toleranse. Når vi leser verdien til motstanden skal gull- eller sølvringen være til høyre. De resterende ringene leses deretter fra venstre mot høyre.

FÄRGGODSSCHEMA FÖR MOTSTÅND



Plansjen over viser sammenhengen mellom farge og tall.

Vedlegg J Innkjøp av komponenter

J.1 ELFA - kjøp av elektroniske komponenter generelt

En kilde til mye data om komponenter og bestilling er ELFA. For å få komponentdata kan en gå fram på følgende måte:

1. Skriv inn: www.elfa.se/no/
Da kommer en inn i den norske avdelingen av ELFA som egentlig er et svensk firma
2. I søkeruta overst til venstre skriver du betegnelsen på den komponenten du søker, f.eks.: *BC547B* og trykker *SØK*.
3. Da kommer det opp flere alternativer (3 stk)
Trykk: *Småsignaltransistorer, kisel BC108 - BC850*
4. Dernest kommer det opp en lang liste over transistorer. Dersom en går nedover lista vil en etterhvert finne *BC547B*. Følger en raden mot høyre vil en komme til en **I**, trykker en på denne åpnes databladet i Acrobat reader (pdf-file).
5. På den samme raden finner en også priser oppgitt. Prisene er oppgitt som 100 priser. Dette kan virke litt forvirrende. Kjøper du under 10 transistorer er prisen 149.00 for 100. Dvs. du betaler kr. 1,49 pr. stykk. Dersom du kjøper 30 stk koster de kr. 0,84 pr. stykk, og om du kjøper 100 koster de kr. 0,41 pr stykk. Vi ser altså at det er lønnsomt å kjøpe mange.
6. Bestilling kan gjøres ved å skrive inn i "boksen" til venstre.

Bestillingen kan også sendes til:

ELFA Skandinavia AS, Sandakerveien 76, 0483 Oslo

eller til ordretelefon: *80010135*, Ordrefax: *80010136*

eller også gjøres via e-mail:

order@elfa.se

eller direkte på nettsiden som vist foran:

Internett: <http://www.elfa.se/no/>

J.2 Komponentliste for innkjøp til strømforsterkeren/fuktighetsindikatoren

1 stk. resistor:	27kΩ	60-056-64	0,52	100 stk/pris (eks moms)
1 stk. resistor:	3.3kΩ	60-056-57	0,52	100 stk/pris (eks moms)
1 stk. resistor:	560Ω	60-056-66	0,52	100 stk/pris (eks moms)
2 stk. transistorer	BC547B	71-039-22	0.38	100 stk/pris (eks moms)
1 stk. lysdiode	EL333URC-275-014-89		2.25	100 stk/pris (eks moms)
1 stk Piezoel. summer	SMA-21-P15, 37-788-75		21,00	30 stk/pris (eks moms)
	SONITRON			

2 stk grønne ledninger	4 cm	55-254-56	67,10	1 rull a 100m (eks moms)
2 stk. grønne ledninger	15 cm	55-254-56	67,10	1 rull a 100m (eks moms)
1 stk rød ledning	10 cm	55-254-23	67,10	1 rull a 100m (eks moms)
1 stk. blå ledning	10 cm	55-254-64	67,10	1 rull a 100m (eks moms)
1 stk. monteringsplate	45 x 30 mm	49-553-16	42,10	233x160mm (eks moms)
1 rull kobbertape 1245	6mm	80-904-09	153,00	16,5mx0,6mm (eks moms)
Etsepulver		49-577-42	133,-	1 kg (eks moms)

Prisene er pr. stykk og oppnås ved kjøpe av 30/100 stk eller 1 rull.

2 stk. binders	25 mm			
1 stk. batterier (Clas Ohlson) 4.5V			10,-	12 stk/pris (inkl moms)

Prisene over er priser hentet fra ELFA's komponentkatalog pr. 25.10.05. I tillegg kommer moms pluss frakt og evt. oppkrav. Frakt utgjør ca. kr. 70,- og oppkrav ca. kr. 40,-. Forsendelse 4 - 6 dager.

J.3 Innkjøp av koblingsbrett og måleinstrumenter m.m.

Også disse komponentene kan kjøpes fra **ELFA**:

1 stk. koblingsbrett	GL-12F	48-427-04	80,20	10 stk/pris (eks. moms)
1 stk. multimeter	CHY 17	76-044-40	314,-	10 stk/pris (eks. moms)
1 stk. trimmepotmeter		64-634-34	14,40	25 stk/pris (eks. moms)
1 stk. bananstikk u/led.	rød	40-226-20	22.40	10 stk/pris (eks. moms)
1 stk. bananstikk u/led.	blå	40-226-61	22.40	10 stk/pris (eks. moms)

Også **Clas Ohlson** selger billige og gode multimeterer:

1 stk. multimeter	CM2701	32-7161	298,-	1 stk/pris (inkl. moms)
-------------------	--------	---------	-------	-------------------------



Dette kurshefte er beregnet brukt i forbindelse med 1 - 3 dagers kurs primært beregnet på lærere i ungdomsskole, som et ledd i etterutdanning av lærere i forbindelse med emnet “**Teknologi og Design**”.

Læremiddelet er utviklet i et samarbeid mellom Skolelaboratoriet og SIEMENS Trondheim som har bekostet utviklingen av kurset og kursmateriell. Dessuten har de bidratt i den faglige delen. Skolelaboratoriet har stått for utvikling av kursmaterialet, mens linje for håndverk og industri ved Malvik videregående skole har utført snekkerarbeidene, mens elektrolinja ved samme skole har utført den elektriske installasjon i kurskoffertene.

I forbindelse med **Boligprodusentenes Forening** satsning på skolen er det utarbeidet et undervisningsopplegg knyttet til husbygging og etablering av egen bolig. Undervisningsopplegget bærer navnet **BOLIGabc**. Dette inkluderer finansiering, bygging av boligen, elektrisk installasjoner, ENØK, innredning osv. Våren 2005 videreføres prosjektet ved å inkludere **Smarthusteknologien** i undervisningsopplegget. Prosjektet omtalt i dette heftet har knyttet seg opp mot videreføringen av BOLIGabc.

Nils Kr. Rossing

Universitetslektor ved Skolelaboratoriet og prosjektleder ved Vitensenteret
E-post: nils.rossing@plu.ntnu.no

Skolelaboratoriet har som oppgave å drive forsknings- og utviklingsarbeid rettet mot undervisning i realfag og teknologi i skolen. Gjennom SLserien vil PLU og Skolelaboratoriet publisere resultatene av dette arbeidet.

ISBN 82-7923-040-8
ISSN 1503-9242



Trondheim

Program for lærerutdanning

Skolelaboratoriet
for matematikk, naturfag
og teknologi

Tlf. 73 55 11 43

Faks 73 55 11 40

<http://www.skolelab.ntnu.no>