

# El Rapport

Rapport om viden fra Gundforløb 2



Rapport  
Patrick Lynnerup

EUC Nord Hjørring

# Indledning

I denne rapport vil jeg beskrive den viden og erfaring jeg har opnået gennem Grund-Forløb 2, samt hvordan jeg har brugt denne viden i praksis. Herunder indgår bl.a. forskellige typer forbindelser, tændingssystemer, relæteknik, gruppetafler og vekselstrømsteori.

# Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Elektricitet</b>	<b>5</b>
1.1	Fra Kraftværk til Husstand . . . . .	5
1.2	Alternative Energikilder . . . . .	6
1.3	Elektriske Grundbegreber . . . . .	7
1.3.1	Ohm's Lov . . . . .	7
1.3.2	Kirchhoff's Love . . . . .	8
1.4	Ledningsmodstand . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Forbindelser</b>	<b>11</b>
2.1	Serieforbindelser . . . . .	11
2.2	Parallelforbindelser . . . . .	12
2.3	Blandede forbindelser . . . . .	13
2.3.1	Reducering af modstande . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Tændingssystemer</b>	<b>19</b>
3.1	1 Pol afbryder . . . . .	19
3.2	1 Pol afbryder med glimlampe . . . . .	19
3.2.1	Ledelys . . . . .	20
3.2.2	Kontrollys . . . . .	20
3.3	Krone Afbryder . . . . .	21

3.4	Stikkontakt . . . . .	22
3.5	Korrespondanceafbryder . . . . .	22
3.5.1	Korrespondance A . . . . .	22
3.5.2	Korrespondance B . . . . .	23
3.6	Krydsningsafbryder . . . . .	24
3.7	PIR Sensor . . . . .	25
3.8	IP Koder . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Gruppetavlen</b>	<b>27</b>
4.1	Placering af gruppetavlen . . . . .	27
4.2	Opbygning af gruppetavlen . . . . .	27
4.2.1	Lysgruppe . . . . .	28
4.2.2	Kraftgruppe . . . . .	28
4.3	HPFI Relæ (RCD) . . . . .	29
4.4	Varmetabsberegning . . . . .	30
4.5	Isolationstest . . . . .	31
4.6	Udligningsforbindelser . . . . .	32
4.6.1	Hovedudligningsforbindelse . . . . .	32
4.6.2	Supplerende udligningsforbindelse . . . . .	33
4.6.3	Udligningsforbindelse ved husdyr . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Materiale Forbrug I Standen</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>Dimensionering</b>	<b>39</b>
6.1	Stikledning . . . . .	40
<b>7</b>	<b>Beskyttelse Mod Berøring</b>	<b>41</b>
7.1	Beskyttelse mod Direkte Berøring . . . . .	41

7.2	Beskyttelse mod Indirekte Berøring . . . . .	42
<b>8</b>	<b>Relæteknik</b>	<b>43</b>
8.1	Kiprelæ . . . . .	43
8.2	Tidsrelæer . . . . .	45
8.3	Trappeautomat . . . . .	46
8.4	Koblingsur . . . . .	47
<b>9</b>	<b>Vekselstrømsteori</b>	<b>49</b>
9.1	Vekselstrømsmodstande . . . . .	49
9.2	Modstandstrekanten . . . . .	51
<b>10</b>	<b>El-Motor</b>	<b>53</b>
10.1	El-Motorens Opbygning . . . . .	53
10.2	Klemkassen . . . . .	54
10.3	Kobling af Motor . . . . .	54
10.3.1	Stjerne Kobling . . . . .	54
10.3.2	Trekant Kobling . . . . .	55
10.4	Motorværn . . . . .	57
10.4.1	Håndbetjent motorværn . . . . .	57
10.4.2	Magnetbetjent motorværn . . . . .	58
<b>11</b>	<b>Motorstyring</b>	<b>59</b>
11.1	Hovedstrømsdiagram . . . . .	59
11.2	Styrestrømsdiagram . . . . .	60
<b>12</b>	<b>Sluttet</b>	<b>61</b>
12.0.1	Isolationstest . . . . .	63

12.0.2	Gennemgangstest . . . . .	63
12.0.3	Kontrol af spænding . . . . .	63
12.0.4	Kontrol af fejlstrømsafbryder (RCD) . . . . .	63
12.1	Plantegning . . . . .	63
12.2	Gruppeoversigt . . . . .	64
<b>13</b>	<b>Konklusion</b>	<b>67</b>
<b>14</b>	<b>Bilag</b>	<b>i</b>
<b>A</b>	<b>Motorstyring</b>	<b>ii</b>
<b>B</b>	<b>Plantegning</b>	<b>iv</b>

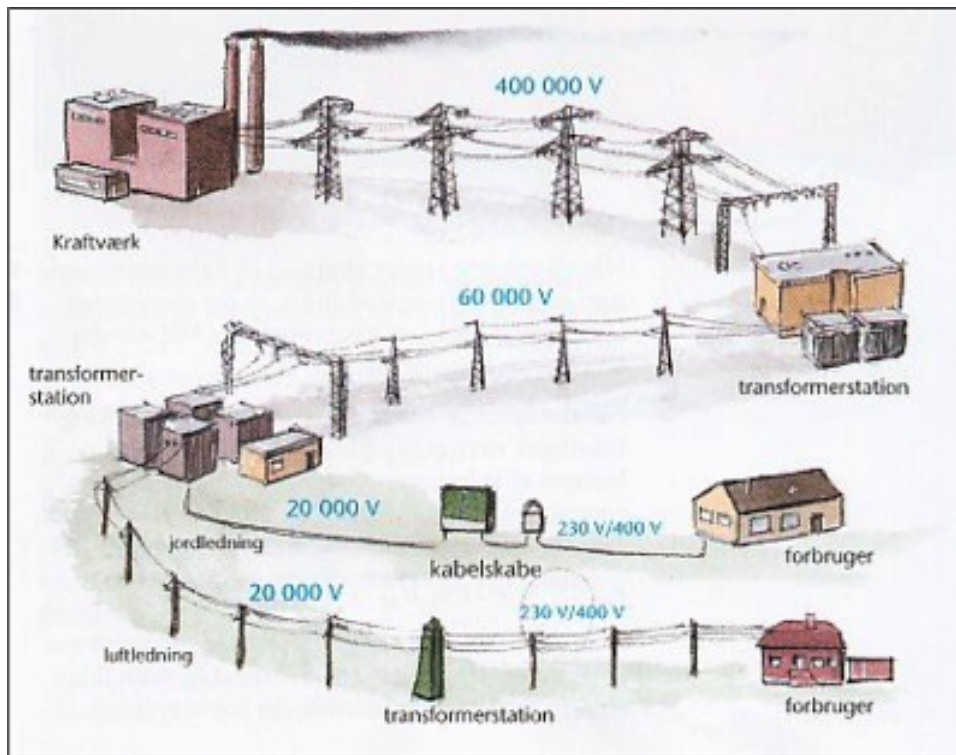
# Afsnit 1

## Elektricitet

I dette afsnit vil der blive beskrevet hvordan elektriciteten kommer fra kraftværket til husstanden, samt elektriske grundbegreber.

### 1.1 Fra Kraftværk til Husstand

Den elektricitet man bruger i husstanden kommer ikke ud af den blå luft, den kommer nemlig fra kableskabet der står uden for huset. Men hvor kommer dens elektricitet så fra?. I [Figure 1.1] er der vist hvordan elektricitet kommer frem til husstanden.



**Figure 1.1:** Billede af Elektricitet fra kraftværk til husstand[1]

Som set i [Figure 1.1] kommer elektriciteten fra et kraftværk hvor det har en spænding på 400.000 V. Denne spænding kommer igennem en transformerstation hvor spændingen reduceres til 60.000 V, hvorefter det igen kommer til endnu en transformerstation der transformerer spændingen ned til 20.000 V. Her kan elektriciteten enten transporteres over eller under jorden afhængig af hvorvidt det skal bruges i byer eller ude på landet, hvor det ikke er økonomisk at nedgrave ledningerne. Efter at være transformeret ned til 6-20.000 V kommer elektriciteten videre til kabelskabet eller transformerstationen der transformerer spændingen ned til 230 V / 400 V, som er den spænding forbrugeren benytter.

## 1.2 Alternative Energikilder

Alternative energikilder er energikilder der ikke bruger fossile brændstoffer, f.eks. solceller. I Danmark bruges vindmøller i store mængder, da disse er en meget energivenlig måde at producere elektricitet på og vil i længden være billigere, med stigende olie priser.



## 1.3 Elektriske Grundbegreber

I dette afsnit vil jeg beskrive elektriske grundbegreber der bruges under arbejde med elektricitet og elektriske kredsløb.

### 1.3.1 Ohm's Lov

Ohm's lov omhandler beregning af spænding, strøm, modstand og effekt i et elektrisk kredsløb. Disse værdier kan beregnes vha. disse figurer:

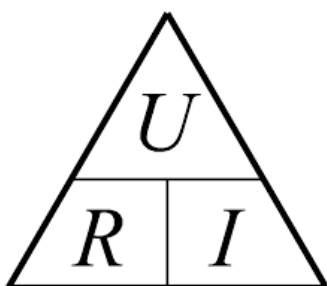


Figure 1.2: Ohm's lov

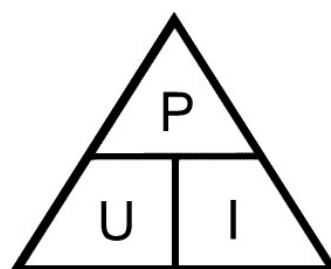


Figure 1.3: Effektfornel

Disse to figurer er de mest basale måder at regne med disse værdier, der kan gøres brug af en mere avanceret figur, som indeholder mere komplicerede formler for udregning af værdierne.

Som kan ses i [Figure 1.4] kan man med disse mere avancerede formler finde bl.a. effekten for en brugsgenstand, uden at kende både spænding og strøm. I stedet kan der anvendes  $P = I^2 * R$  for at finde effekten vha. strøm og modstand.

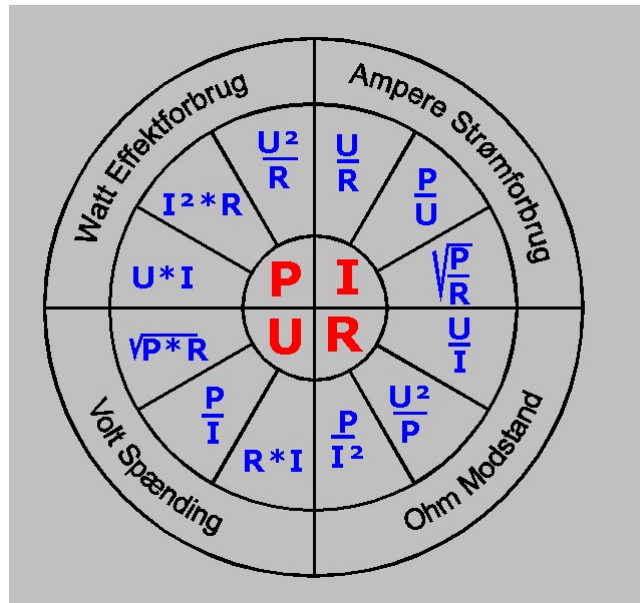


Figure 1.4: Mere avanceret diagram over Ohm's Lov[2]

### 1.3.2 Kirchhoff's Love

Her vil jeg beskrive Kirchhoff's love, opkaldt efter Gustav Kirchhoff, som beskriver love omkring strøm og spænding.

#### Kirchhoff's 1. Lov

Kirchhoff's 1. lov fortæller at den strøm som kommer til et knudepunkt, kommer også derfra igen. Som eksempel kan ses [Figure 1.5] hvor der kommer 5 A og 8 A til et knudepunkt.

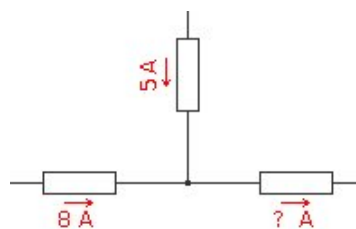


Figure 1.5: Kirchhoff's 1. lov[3]

Ved at følge Kirchhoff's 1. lov vides det at der også kommer den strøm fra knudepunktet som kommer dertil. I dette tilfælde er der  $5A + 8A = 13A$  og derved er strømmen

igennem modstanden til højre i figuren 13A.

## Kirchhoff's 2. Lov

Kirchhoff's 2. lov fortæller at summen alle spændingsfald i et kredsløb er lig den samlede spænding i kredsløbet. F.eks. vil spændingsfaldene over flere forskellige modstande i en serieforbindelse være lige den samlede spænding, også kaldet klemspændingen. Et visuelt eksempel kan ses i [Figure 1.6].

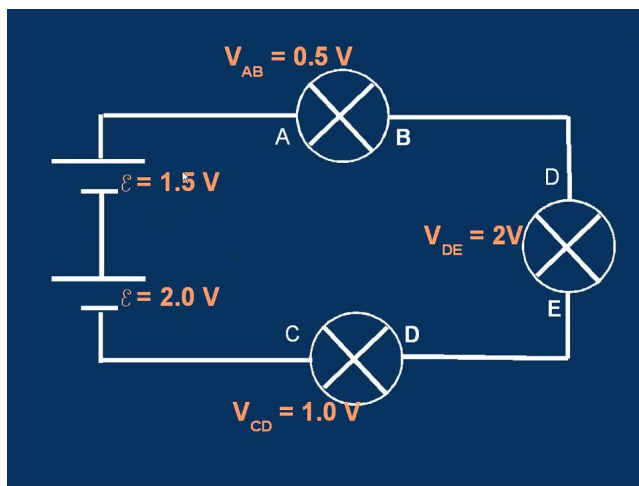


Figure 1.6: Kirchhoff's 2. lov[4]

Som kan ses i [Figure 1.6] er der en klemspænding på  $2\text{ V}$  og  $1,5\text{ V}$ , altså en samlet klemspænding på  $3,5\text{ V}$ . Ved at gå igennem alle spændingsfaldene,  $0,5\text{ V} + 2\text{ V} + 1,5\text{ V} = 3,5\text{ V}$ , man ender herved med at det samlede spændingsfald for alle forbrugsgenstandene. Herved kan det ses at de sammenlagte spændingsfald er lig klemspændingen.

## 1.4 Ledningsmodstand

Ledningsmodstanden er et vigtigt punkt at regne med, når man trækker ledninger fra f.eks. gruppetavlen til et lampeudtag der er i den anden ende af bygningen. Hvis man trækker en ledningen med et for lille kvadrat vil ledningsmodstanden være stor nok til at det spændingsfald der sker gennem ledningen overstiger den lovlige grænse på  $4\%$ .

Som kan ses i [Figure 1.7] kan man finde ledningsmodstanden ved at gange den specifikke ledningsmodstand med længden af den ledning man bruger. Herefter dividere man dette med tværsnittet (kvadratet) på ledningen. Et eksempel på dette kunne være

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

**Figure 1.7:** Formel for beregning af ledningsmodstand[5]

følgende:  $Rl = \frac{0,00175 \cdot 50}{2,5}$ . Dette vil være en 50 meter lang 2,5 kvadrat kobberledning. Den resulterende ledningsmodstand vil være  $0,035\Omega$ , ved en spænding på 230V ved 13A vil dette resultere i et spændingsfald på 0,455V. Dette spændingsfald er et fald på 0,2%. For at sammenligne kunne man tage samme længde ledning i 1,5 kvadrat hvilket vil resultere i et spændingsfald på 0,76V, hvilket er et fald på 0,33%. Dette er over 50% mere end ved 2,5 kvadrat, herved er det tydeligt at ved endnu længere ledninger ville det være nødvendigt at benytte et større kvadrat for at undgå store spændingsfald over ledningen.

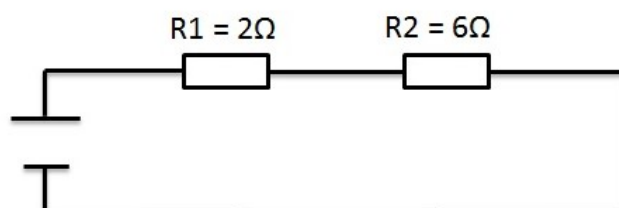
## Afsnit 2

# Forbindelser

I dette afsnit vil der blive beskrevet de forskellige typer forbindelse der er blevet arbejdet med og beregnet gennem GF2.

### 2.1 Serieforbindelser

I en serieforbindelse ligger modstandene i serie, altså efter hinanden. I en serieforbindelse vil modstandene dele om den tilgængelige spænding (klemspændingen), hvor den største modstand har det største spændingsfald. Spændingsfaldet over en modstand er den mængde spænding den bruger. I en serieforbindelse ligger modstandene (eller brugsgenstand) i serie efter hinanden. I sådanne serieforbindelser vil modstandene dele om den tilgængelige spænding, også kaldet klemspændingen. Her vil den største modstand have det største forbrug af spænding, altså det største spændingsfald. Et eksempel på en serieforbindelse kan ses i [Figure 2.1].



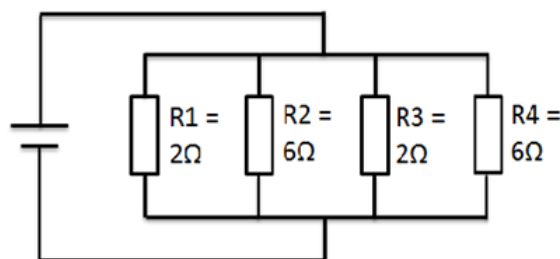
**Figure 2.1:** Diagram over en serieforbindelse[6]

I dette eksempel har man to modstande på  $2\Omega$  og  $6\Omega$ , for at udregne den samlede

modstand tager man summen af de to modstande, herved ender man med en samlet modstand på  $8\Omega$ . For at udregne spændingsfaldet over de to modstande kan man tage udgangspunkt i en klemspænding på 24 volt. De 24 volt divideres med de  $8\Omega$ , herved ender man med en strøm på 3 ampere. Herved kan man gange strømmen og modstanden sammen for at få spændingsfaldet over disse. For modstanden på  $2\Omega$  er spændingsfaldet herved 6 volt, mens det ved modstanden på  $6\Omega$  er 18 volt.

## 2.2 Parallelforbindelser

Parallelforbindelser, som navnet hentyder, er forbindelser der ligger i parallel. I modsætning til serieforbindelser deler parallelforbindelser ikke om spændingen, men strømmen. Disse parallelforbindelser kan være modstande, lamper etc. Altså objekter der har brug for at sidde i parallel for at fungere optimalt. F.eks. vil 2 60W pærer være nødt til at sidde i parallel, for at få de krævede 230 volt hver. Hvis disse sad i serie ville de ikke få 230v, men ville derimod skulle dele om spændingen. Ved at sætte dem i parallel kommer de til at dele om strømmen. Et eksempel på hvordan en parallelforbindelse ser ud kan ses i [Figure 2.2].



**Figure 2.2:** Diagram over en parallelforbindelse[7]

Som kan ses i [Figure 2.2] har man en parllelforbindelse med fire modstande i parallel. For at udregne hvad den samlede modstand er i dette tilfælde kan man bruge reciprok formelen.

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 0,75\Omega$$

Hvis alle modstandene havde den samme modstand, f.eks.  $8\Omega$ , ville man man kunne dividere modstandsstørrelsen med antallet af modstande.

$$\frac{8\Omega}{4\text{Modstande}} = 2\Omega$$

Dette ville være det samme som at reciprokke alle modstandene:

$$\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8}\right)^{-1} = 2\Omega$$

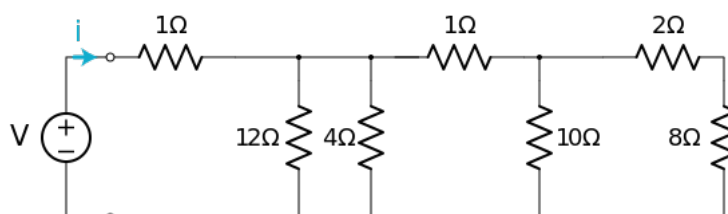
Dette er dog en meget hurtigere måde at udføre den samme beregning på.

## 2.3 Blandede forbindelser

En blandet forbindelse er en forbindelse bestående af både serie- og parallelforbindelser. Et eksempel på denne type forbindelse kan ses i [Figure 2.3]. Når man skal regne f.eks. modstanden i en blandet forbindelse skal man benytte regnemetoder fra både serie- og parallelforbindelser.

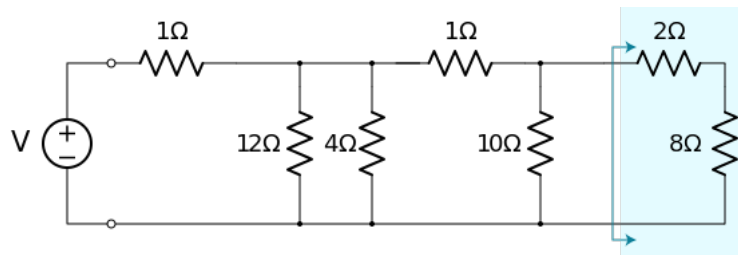
### 2.3.1 Reducering af modstande

Når man arbejder med blandede forbindelser, eller serie- og parallelforbindelser, kan man i de fleste tilfælde fjerne de fleste, hvis ikke alle på nær én modstand. I en serieforbindelse med 2 modstande på  $50\ \Omega$  hver, vil man i stedet kunne indsætte én enkelt modstand på  $100\ \Omega$ . Ligeledes vil man i en parallelforbindelse med 2 modstande på  $20\ \Omega$  hver, kunne indsætte én enkelt modstand på  $10\ \Omega$ . Ved blandede forbindelser vil man udføre en følge samme princip som for både serie- og parallelforbindelser som vist i [Figure 2.3] frem til [Figure 2.13].



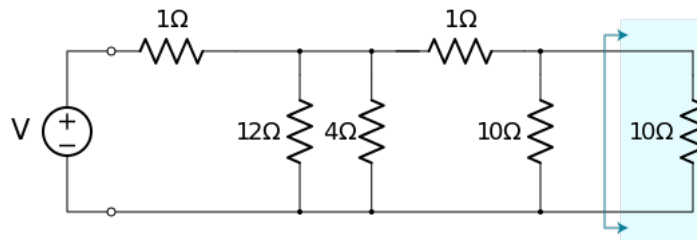
**Figure 2.3:** Diagram over modstande[8]

Når man har et kredsløb der skal reduceres, starter man med at se på modstandene, fra højre til venstre.



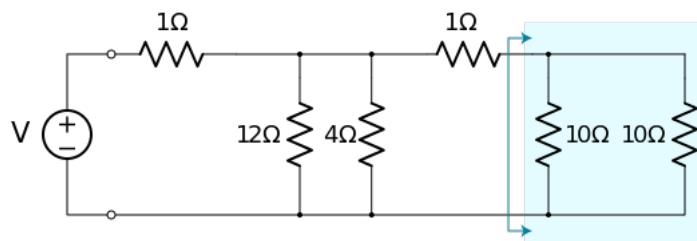
**Figure 2.4:** Diagram over modstande med markering[8]

I [Figure 2.4] er der markeret de to modstande som sidder i serie. Disse to modstande er de første der kan reduceres og dette giver så en erstatningsmodstand på  $10\Omega$  som kan ses i [Figure 2.5].



**Figure 2.5:** Diagram over modstande efter 1 reducereing[8]

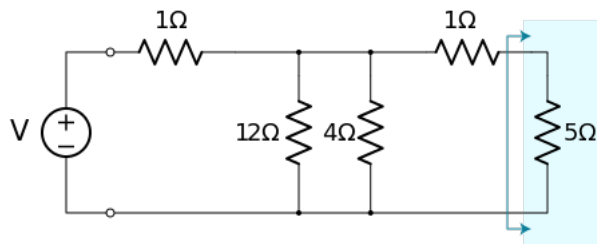
Denne modstand sidder nu i parallelforbindelse med en anden modstand på  $10\Omega$ .



**Figure 2.6:** Diagram over modstande med ny markering[8]

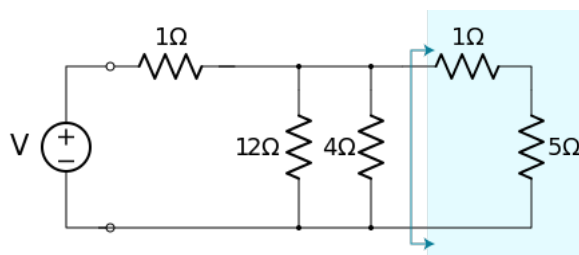
Da begge modstande har samme værdi, kan værdien divideres med 2, hvilket resulterer i en erstatningsmodstand på  $5\Omega$ .





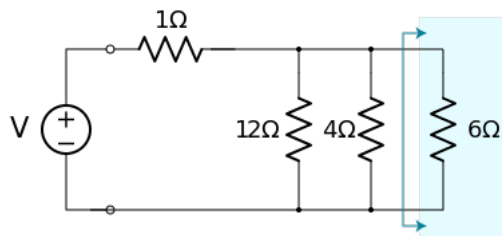
**Figure 2.7:** Diagram over modstande efter 2 reduceringer[8]

Nu kan man tjekke fra højre til venstre efter flere ens forbindelser, i dette tilfælde har vi 2 modstande der sidder i serie.



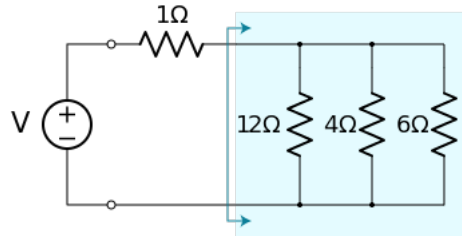
**Figure 2.8:** Diagram over modstande med ny markering[8]

Man lægger herved de 2 modstande på  $10\Omega$  og  $5\Omega$  sammen og ender med en erstatningsmodstand på  $15\Omega$ .



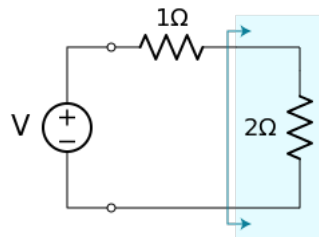
**Figure 2.9:** Diagram over modstande efter 3 reduceringer[8]

Igen ser man efter hvor mange ens typer modstande man nu kan reducere. I dette tilfælde har vi tre parallelle modstande på  $12\Omega$ ,  $4\Omega$  og  $5\Omega$  som vi kan reducere.



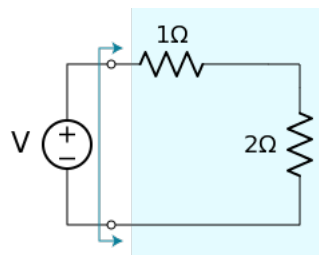
**Figure 2.10:** Diagram over modstande med ny markering af 3 parallelle modstande[8]

Disse tre parallelle modstande på  $12\Omega$ ,  $4\Omega$  og  $5\Omega$  bliver reciproket og vi ender nu med en erstatningsmodstande på  $2\Omega$ .



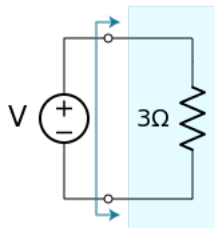
**Figure 2.11:** Diagram over modstande efter 4 reduceringer[8]

Nu ser man igen efter hvor mange ens typer modstande man har der kan reduceres. I dette tilfælde har vi to serieforbundne modstande på  $2\Omega$  og  $1\Omega$ .



**Figure 2.12:** Diagram over modstande med ny markering af 2 serieforbundne modstande[8]

Da dette er en serieforbindelse lægger vi de to modstande sammen og ender hermed en samlet erstatningsmodstand på  $3\Omega$ .



**Figure 2.13:** Diagram over den endelige erstatningsmodstand for hele kredsløbet[8]

Efter disse trin med at reducere modstandene i diagrammet er man endt med én enkelt erstatningsmodstand der, som navnet hentyder, erstatter hele det originale kredsløb af modstande.



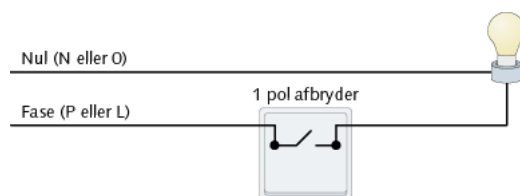
## Afsnit 3

# Tændingssystemer

I dette afsnit vil der blive beskrevet de forskellige tændingssystemer der bruges til at tænde og slukke for brugsgenstande og armature.

### 3.1 1 Pol afbryder

1 pol afbryderen er den mest basale afbryder, da det kun er en enkelt afbryder der kun kan tænde og slukke og ikke indeholder yderligere funktionalitet.



**Figure 3.1:** Diagram over 1 pol afbryder[9]

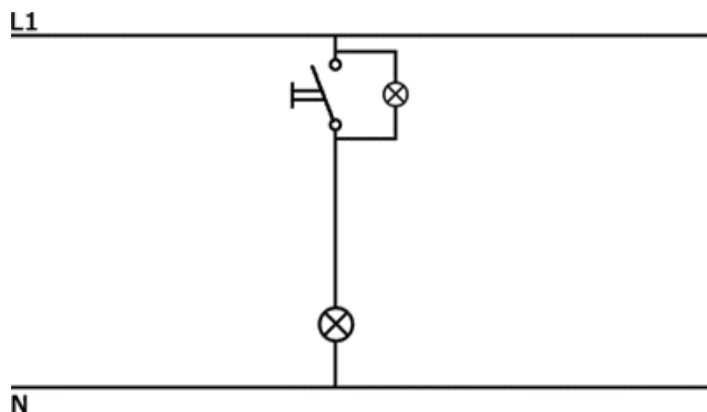
Som kan ses i [Figure 3.1] er det et meget simpelt kredsløb, men en enkelt afbryder og dette er hvordan en 1 pol afbryder fungerer.

### 3.2 1 Pol afbryder med glimlampe

I forhold til en almindelig 1 pol afbryder har denne en lampe ved siden af selve afbryder der kan have en af to funktioner: ledelys eller kontrolllys.

### 3.2.1 Ledelys

Ledelys fungere ved at glimlampen lyser når lampen slukket, da den herved leder brugeren hen til afbryderen til lyset, herved navnet ledelys.

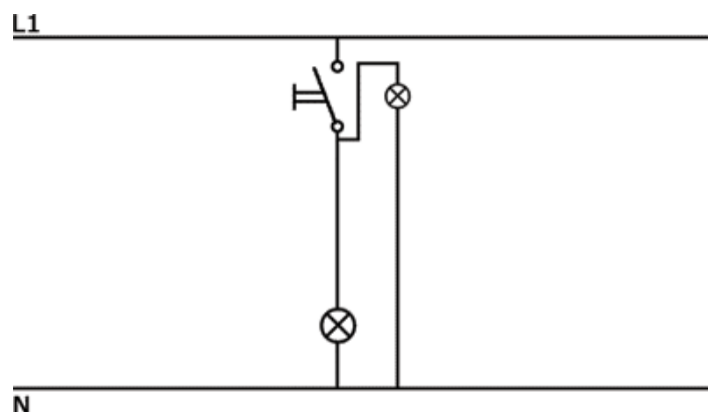


**Figure 3.2:** Diagram over ledelys

Som kan ses i [Figure 3.2] er glimlampen forbundet på begge sider af afbryderen og har herved fast forbindelse til fasen. Glimlampen er forbundet til fase og tændledning, hvilket bære strøm til lampen når afbryderen er tændt. Når afbryderen er slukket har glimlampen en fase og tændledning, da der ikke går spænding igennem tændledning kan glimlampen trække en falsk nul igennem lampen. Herved har glimlampen både fase og nul og kan herved lyse.

### 3.2.2 Kontrolllys

Kontrollys fungere ved at glimlampen lyser når lampen tændt, herved fungere den til at kontrollere at der kommer strøm til lampen.

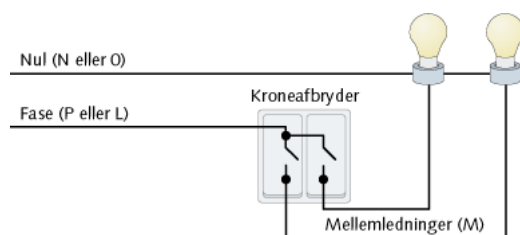


**Figure 3.3:** Diagram over kontrolllys

Som kan ses i [Figure 3.3] er glimlampen forbundet på tændledningen og nullen. Glimlampen kan herved kun få spænding når afbryderen er tændt og lampen får spænding. Herved fungere glimlampen som et kontrollys der viser når der kommer spænding til lampen.

### 3.3 Krone Afbryder

En krone afbryder kan bruges til at tænde og slukke for to forskellige lamper. Herved kan en krone afbryder bruges til at tænde f.eks. et lys i hver side af et rum eller til lys i entréen og udendørslys. Krone afbryder fungere som af have to 1 pols afbryder i samme modul. Herved har man to afbrydere der fylder det samme som én enkelt.



**Figure 3.4:** Diagram over krone afbryder[9]

Som kan ses i [Figure 3.4] fungere en krone afbryder som en 1 pol afbryder, der er bare to afbrydere.

## 3.4 Stikkontakt

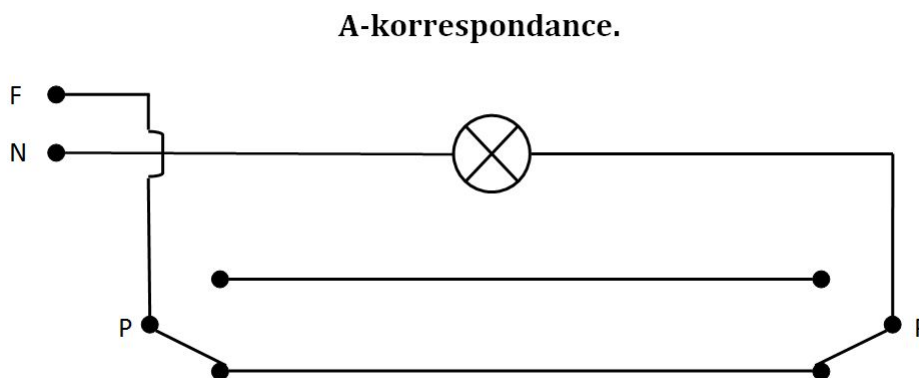
En stikkontakt bruges til at levere strøm til en brugsgenstand der er sat i stikket. En stikkontakt kan være med eller uden afbryder, hvor den uden afbryder altid har strøm, mens den med afbryder kan tænde og slukke for stikkontakten.

## 3.5 Korrespondanceafbryder

Korrespondance er inden for el-teknik en betegnelse for en installation, hvor man kan tænde og slukke en eller flere lamper fra to eller flere afbrydere. Det er særdeles brugbart i f.eks. et hus i flere etager. En afbryder ved trappen i stuen, der er forbundet i korrespondance med en anden afbryder på 1. sal, hvilket gør at man kan kontrollere trappelyset fra begge steder. Det samme kan gælde for en gang hvor man gerne vil kunne tænde og slukke lyset fra begge ender af gangen.

### 3.5.1 Korrespondance A

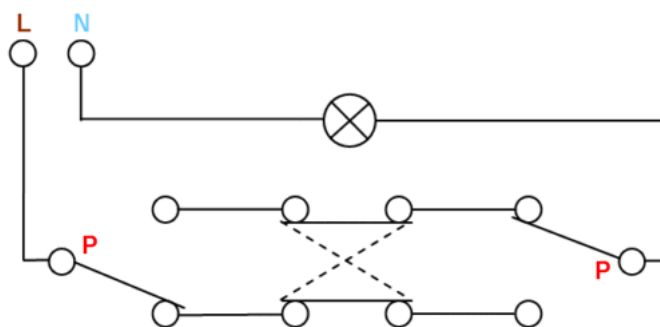
En A-korrespondance er karakteristisk ved, at to skinneklemmer på korrespondanceafbryderne monteres med fasen på den ene og tændledningen på den anden. Et diagram over dette kan ses i [Figure 3.5], der viser en simpel a-korrespondance.



**Figure 3.5:** Diagram over a-korrespondance[10]

Hvis man i stedet for kun at have to afbrydere, i f.eks. en gang med tre døre, gerne vil have tre eller flere afbrydere kan en krydsningsafbryder benyttes. Et diagram over en a-korrespondance med en krydsningsafbryder kan ses i [Figure 3.6].





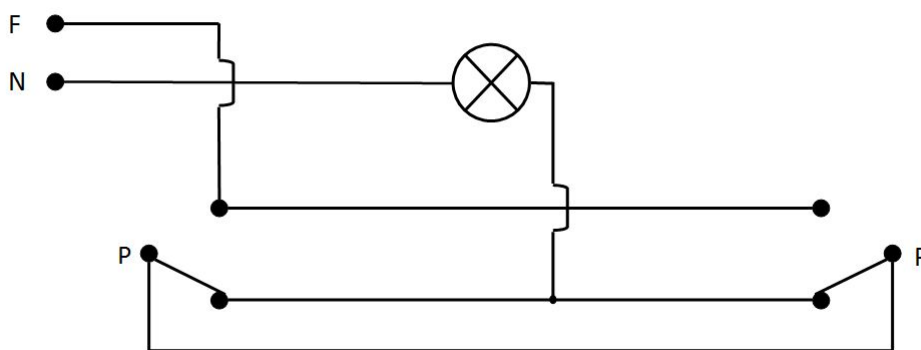
**Figure 3.6:** Diagram over a-korrespondance med en krydsningsafbryder[11]

Ulempen ved en a-korrespondance er at der kun er en fast fase ved den ene afbryder, der er derfor ikke mulighed for at montere en stikkontakt ved den anden afbryder.

### 3.5.2 Korrespondance B

Karakteristisk for B-korrespondancen er den såkaldte skinneledning. Der går en ubrudt ledning fra den ene korrespondanceafbryders skinneklemme til den andens. Et diagram over dette kan ses i [Figure 3.7], der viser en simpel b-korrespondance.

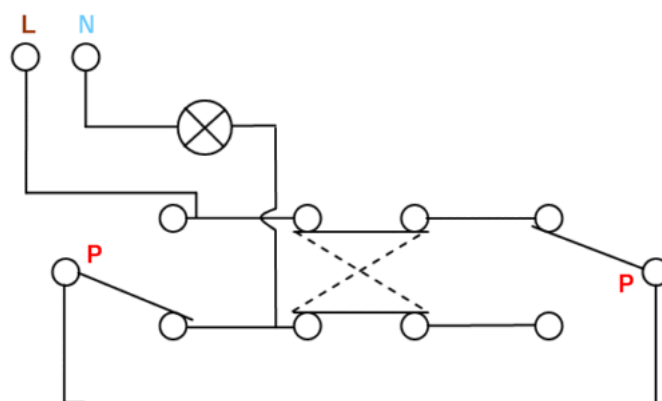
#### B-korrespondance.



**Figure 3.7:** Diagram over b-korrespondance[10]

Ligesom ved en a-korrespondance kan man også have en krydsningsafbryder ved en b-korrespondance hvis man ønsker at have flere end bare to afbrydere. Et diagram over dette kan ses i [Figure 3.8].

B-korrespondancen mister sin fordel når man tilføjer den krydsningsafbryder, da der ikke længere er en fast fase mellem to faste skinneklemmer. Herved kan man ikke

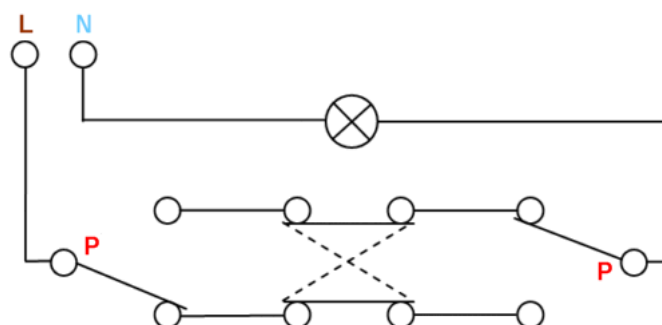


**Figure 3.8:** Diagram over b-korrespondance[11]

længere have en stikkontakt i begge sider, med kun én fase i den ene. Men er i stedet nødt til at trække en fase ned til hver stikkontakt, ligesom ved en a-korrespondance.

### 3.6 Krydsningsafbryder

En krydsningsafbryder benyttes hvis der ønskes flere end kun to afbrydere i en korrespondance, som nævnt i 3.5. I mange tilfælde ville det være en fordel at have én eller flere krydsningsafbrydere imellem de to korrespondanceafbrydere, dette kunne bl.a. være i en lang gang med flere døre imellem afbryderne.



**Figure 3.9:** Diagram over a-korrespondance med en krydsningsafbryder[11]

Som kan ses i [Figure 3.9] fungerer krydsningsafbryderen ved at enten lade skinneledningerne passer lige igennem eller blive krydset til den modsatte. Dette vil betyde at skinneledning 1 og 2, samt 3 og 4 normalt ville være forbundet. Men når der trykkes på afbryderen vil de i stedet være 1 og 4, samt 3 og 2 der vil være forbundet.

### 3.7 PIR Sensor

En Passiv Infrarød (PIR) sensor er en bevægelsessensor der bruges til at automatisk tænde og slukke for armature. Denne type sensor bruges bl.a. til gadelamper til at tænde den når der bliver mørkt og slukke nogle eller alle af dem igen midt om natten, når der ikke længere er brug for dem. PIR sensorer bruges også indendøre i bl.a. offentlige institutioner for at sikre at der bliver slukket for lyset når der ikke er nogen i lokalet eller gangen.

Ved PIR sensoren kan man indstille hvor mørkt der skal være før at den tænder, samt hvor lang tid den skal holde sig tændt inden den slukker for lyset igen. De mest almindelige PIR sensorer kan "se" ca. 12 meter frem og ca. 4 meter til siden, dette afhænger dog af hvilken sensor man benytter. I [Figure 3.10] kan ses et diagram over PIR sensorens synsfelt.

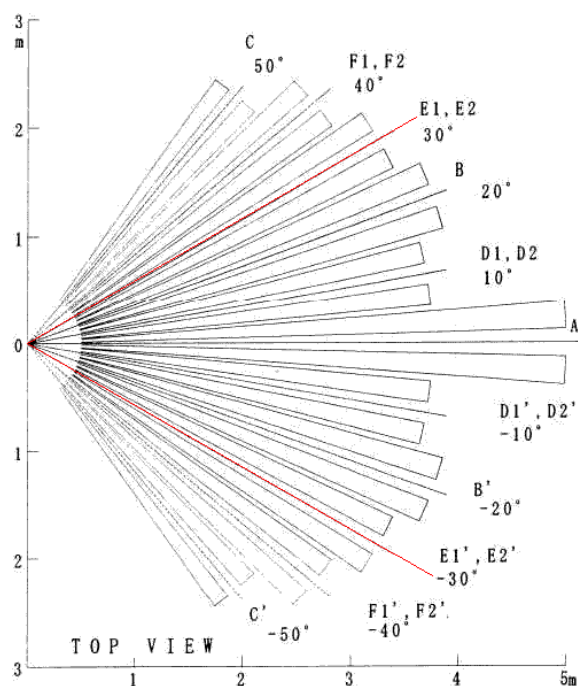


Figure 3.10: Diagram over PIR sensorens synsfelt[12]

Der findes både indendørs og udendørs PIR sensorer, hvor der blandt den indendørs variant er nogle der kan bruges til at erstatte en almindelig 1 pol afbryder. Dette kan bruges i f.eks. et bryggers hvor det altid er muligt at kunne tænde for afbryderen, hvis man f.eks. bære på varer.

## 3.8 IP Koder

International Protection (IP) koder bruges til at beskrive hvor beskyttede komponenter som f.eks. stikkontakter, afbrydere og armaturer er. IP skrives således IPXX, f.eks. IP44, hvor det første tal beskriver hvor godt beskyttet det er imod fremmedlegemer og det andet tal beskriver beskyttelse mod fugt.

Tallene der bruges til IP koder går fra 0-6 for fremmedlegemer og 0-8<sup>1</sup> for fugt, hvor 0 betyder at der ikke er nogen form for beskyttelse. En meget almindelig IP kode for udendørs stikkontakter og afbrydere er IP44, dette fortæller at objektet er beskyttet mod faste genstande med en diameter på 1,0 mm eller mere og er beskyttet mod berøring af farlige dele med tråde o. lign.. Det andet tal fortæller at vand, der sprøjter mod kapslingen fra enhver retning ikke må have nogen skadelig virkning.

IP koderne kan f.eks. være IP6X eller IPX8, IP6X fortæller kun at objektet er testet for fremmedlegemer og er støvtæt. Mens IPX8 fortæller at det ikke må være muligt for vand at trænge ind i skadelige mængder, når kapslingen langvarigt er nedsænket i vand. I disse tilfælde har fabrikant højst sandsynligt undladt at teste objektet i mere end en af kategorierne, men en IPX8, der er vandtæt er med stor sandsynlighed også støvtæt.

---

<sup>1</sup>Dog til 9 i bestemte tilfælde

## Afsnit 4

# Gruppetavlen

I dette afsnit vil regler omkring gruppetavlen og dens opbygning blive beskrevet.

### 4.1 Placering af gruppetavlen

Efter bekendtgørelse 1082 §55 skal beskyttelsesudstyr (RCD'er, smelte- og automat-sikringer) anbringes i den selvstændige bolig, hvortil det hører. Gruppetavlen (beskyttelsesudstyret) må ikke placeres højere end 2,2 meter, ved placering lavere end 1 meter over gulv, skal gruppetavlen placeres i et aflåseligt skab. Udover ovenstående vil en placering i selve boligen også kunne anbringes i rum, som hører med til boligen, men som ikke er en del af selve boligarealet, forudsat at der fra boligen er nem adgang til rummet, uden at dette nødvendigvis sker direkte gennem en dør fra boligen. Bekendtgørelse 1082 angiver ikke om en tavle må placeres i et skab eller ej. I §29 er der krav om 1 meter fri plads foran tavlen hvis den er over 1 meter høj eller 1 meter bred.

### 4.2 Opbygning af gruppetavlen

Gruppetavlen er opbygget i flere dele, der er ledningerne der kommer fra elskabet ude på vejen ind i gruppetavlen. Disse ledninger er sluttet til en RCD (HPFI- eller HFI-relæ), som er en fejl-strømsafbryder, der som navnet hentyder til beskytter mod en fejlstrøm.

### 4.2.1 Lysgruppe

Lysgrupperne bruges til den generelle strøm i boligen dvs. armature og brugsgenstande fra stikkontakter og benytter 230 volt. Disse grupper er forsikret med 13A sikringer, som har til formål at beskytte mod overstrøm. En overstrøm ville være en strøm der overstiger sikringen på 13A, dette kan ske ved en fejl i en brugsgenstand eller hvis man tilsluttede brugsgenstande med et samlet forbrug, der er større en hvad sikringen kan fremføre. Med en 13A sikring og 230V vil den samlede effekt man kan trække fra en enkelt gruppe være 2.990 watt. Ved lysgrupperne er det desuden også et krav at der skal være 1 lysgruppe per påbegyndt 50m<sup>2</sup>, dog minimum to lysgrupper. Dette er begrundet ved at køkkenet skal være inddelt i to forskellige grupper.

### 4.2.2 Kraftgruppe

Kraftgrupperne bruges til brugsgenstande der kræver mere strøm dvs. komfur, vaskemaskine, tørretumbler etc. eller brugsgenstande der benytter 400 volt. Kraftgrupperne er tre-faset, hvilket betyder at der er tre faser på 230 volt hver. Kraftgrupperne er forsikret med 13A eller 16A, ved 13A vil den maksimale effekt for gruppen være 9kW. Ved 16A vil den maksimale effekt være 11kW, herved vil man kunne tilkoble flere hårde hvidevarer til den samme kraftgruppe.

## 4.3 HPFI Relæ (RCD)

Et Højfølsom Pulserende Fejl Strøm (HPFI) Relæ (Residual Current Device (RCD) efter bekendtgørelsen) er en fejlstrømsafbryder, et beskyttelseskomponent i det elektriske system, der er påkrævet i bl.a. boliginstallationer.

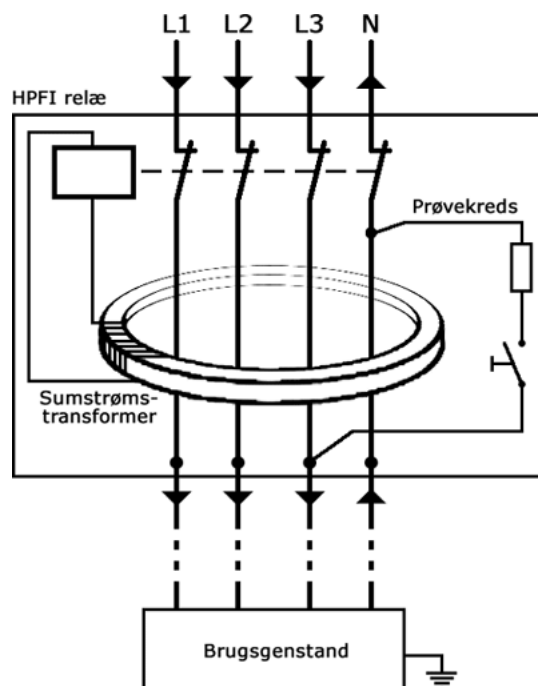


Figure 4.1: Kirchhoff's 1. lov[]

[Figure 4.1] viser et HPFI relæ, de tre faser og enkelte nul trækkes ude fra vejen ind i boligen til HPFI relæet. Disse fire ledere trækkes igennem sumstrømstransformereren, der tjekker om summen af alle lederne er nul.

Hvis summen mellem alle lederne ikke er nul vil dette betyde at der er sket en fejlstrøm. Hvis summen ikke er nul, vil sumstrømstransformereren sende et signal op til afbryderen der vil afbryde alle lederne og herved stoppe strømmen.

HPFI relæet har en maksimal berøringsspænding på 50 volt og en udløserstrøm på 30 mA, dog kun 25 volt ved landbrug med kreaturer. For at sikre at HPFI relæet virker korrekt er det anbefalet at dette teste med prøveknappen efter fabrikantens henvisning. Prøveknappen som kan ses i [Figure 4.1] er forbundet mellem L3 og N.

Når der trykkes på testknappen vil der blive sendt strøm igennem modstanden der sidder der, herved er der et forbrug, hvilket skaber en difference i den strøm der kommer ind via faserne og den strøm der kommer tilbage via nullen. Herved er summen

ikke længere nul og kredsløbet bliver herved brudt vha. afbryderen der er sluttet til sumstrømstransformeren.

## 4.4 Varmetabsberegning

Gruppetavlen der benyttes i standen er af typen UG 150-18. Denne type kan indeholde 18 moduler. Der må maksimalt være et varmetab i gruppetavlen på 35 watt. Derfor udføres der en varmetabsberegning for at sikre at gruppetavlen overholder reglerne og er lovlig.

I standen er der blevet benyttet følgende komponenter (moduler).

- 1 stk. AEG HPFI Elfa EHF1 40A - 13,37 watt.
- 1 stk. AEG Elfa HD90 C13 Kombiafbryder - 4,2 watt.
- 2 stk. Lysgruppe (1 pol + N) á 2,5 watt - 5 watt.
- 1 stk. Kraftgruppe (3 pol + N) 13A - 7,5 watt.
- 1 stk. Kraftgruppe (3 pol + N) 16A - 7,5 watt.
- 1 stk. Hager ST 303 (Transformer til kiprelæ) - 2,2 watt.
- 1 stk. Hager EPN 511 (Kiprelæ) - 1,2 watt.
- 1 stk. Hager EM001N (Trappeautomat) - 2 watt.
- 1 stk. Paladin 170 410 Pro (Koblingsur) - 1,5 watt.
- Samlet effekttab - 44,82 watt.

De interne ledninger i gruppetavlen som er tilkoblet imellem grupperne er en konstant og er beregnet til 15%. For at beregne alle komponenter og interne ledninger i gruppetavlen lægges de 15% til de 44,82 watt.  $44,82\text{watt} * 1,15 = 51,543\text{watt}$  Dette resultat er en del over de tilladte 35 watt, men der er endnu ikke blevet beregnet samtidighedsfaktoren. Samtidighedsfaktoren vil være 1, hvis der kun benyttes 1 fase på 1 lysgruppe. I gruppetavlen bruges hver fase til 1 lysgruppe og 2 kraftgrupper, dette betyder at der er tre afgående strømkredse fra hver fase. Dette resulterer i en samtidighedsfaktor på 0,8. Dette kan ses ud fra en tabel fra Lauritz Knudsen:



Antal Strømkredse	Samtidighedsfaktor
2 & 3	0,8
4 & 5	0,7
6 til 9	0,6
10 -	0,5

Denne tabel bruges, hvis de virkelige belastningsforhold ikke kendes. Denne samtidighedsfaktor kan benyttes til at beregne hvad varmetabet vil være efter man har medregnet dette, da chancen for at alle grupper bliver fuldt belastet samtidig falder jo flere grupper der er.

$$51,543W * 0,8^2 = 32,99W$$

Herved opfylder den benyttede gruppetavle reglerne omkring det maksimale effekttab. Den brugte tavle er en UG150-18 med en et maksimalt effekttab på 35W[13].

## 4.5 Isolationstest

En isolationstest udføres bl.a. når et nybyggeri er fuldført og alt elektrisk er blevet installeret. Dette gøres for at sikre at der ikke skal ske kortslutninger mellem ledninger på et senere tidspunkt. Da kortslutninger mellem faser og nul vil resultere i en sprunget sikring, mens en kortslutning mellem fase og beskyttelsesleder vil medføre at HPFI-relæet vil slå ud. Isolationstesten udføres med en spænding der er det dobbelte af den normale spænding på kredsløbet dvs. 500 volt DC til 230 volt installationer, dog bruges der 250 volt ved 24 volt el. lign. forbindelser. Isolationstesten udføres ved at man først sørger for at trække stikket til at brugsgenstande, så der herved ikke er nogen brugsgenstande der er sluttet til husets elektriske kredsløb. Dette gøres for at sikre at man ikke kommer til at ødelægge mere delikate instrumenter, dette kunne bl.a. være fjernsyn, DVD afspillere, computere og spillekonsoller. Efter at dette er gjort skal man nu sikre sig at der er slukket for alle sikringer og HPFI-relæet, dette gøres for at fjerne spænding fra kredsen, samt gøre det muligt at måle på både det interne og eksterne kredsløb. Herefter skal man sikre sig at isolationstesteren virker korrekt, dette kan gøres ved at holde begge måleender på hinanden, således burde modstanden gå til nul. Man kan nu begynde at måle på gruppetavlen, man starter først med at sikre sig at der er fuld forbindelse igennem jordskinnen ved at måle i med en måleende i hver ende af jordskinnen. Nu kan man begynde at teste det interne kredsløb i gruppetavlen, dette gøres ved at sikre at der ikke er nogen forbindelse mellem fase og nul i alle grupperne, dette vises ved at isolationstesteren forbliver på uendelighedstegnet. Efter dette er gjort kan man teste at der er forbindelse mellem hver fase fra HPFI-relæet til

hver gruppe, det samme gøres også for nullen. Herefter kan man teste den eksterne forbindelse ved at gøres det samme som ved det interne, dog bare på de udgående forbindelser fra grupperne. Hvis alt forbliver ved uendelighedstegnet ved at man der ikke er nogen umiddelbare fejl i isolationen på kablerne. Efter at have testet både de interne og eksterne forbindelser bør man teste at der er forbindelse fra jordstikket i stikkontakterne til jordskinnen, for at sikre at udligningsforbindelsen virker.

## 4.6 Udligningsforbindelser

Udligningsforbindelsen består af de grøn/gule beskyttelsesledere der følger de strømførende ledninger rundt i installationen. Udligningsforbindelsens formål er at fungere som et ekstra beskyttende lag for brugeren.

### 4.6.1 Hovedudligningsforbindelse

Gruppetavlen er tilsluttet hovedudligningsforbindelsen vha. jordskinnen og har til formål at beskytte forbrugeren mod at få stød. Et eksempel på dette kunne være en vaskemaskine hvor vandet var kommet ud til de elektriske dele, hvorved fasen har fået forbindelse til stellet. Herved ville der ikke ske noget indtil forbrugeren rørte ved maskinen (stellet) og skaber en jordforbindelse gennem sin krop.

Hoved udligningsforbindelsen har til formål at sikre imod dette. Hvis fasen skulle få stelforbindelse som i nævnt i det forrige eksempel ville hovedudligningsforbindelsen sende denne strøm ud i jorden vha. jordspyddet. Når dette sker vil sumstrømstransformereren i HPFI relæet registrere at summen ikke længere er nul og vil herved slå fra og beskyttet forbrugeren fra at få stød.

Jordspyddet som tidligere nævnt skaber forbindelsen til jord fra boligen. Jordspyddet bankes ned i jorden og skal have en overgangsmodstand på  $1.666\Omega$ . Beskyttelseslederen der går fra jordskinnen i gruppetavlen ud til jordspyddet er et  $6\text{mm}^2$  grøn/gult kabel. Overgangsmodstanden findes vha. følgende udregning:

$$\text{Overgangsmodstand} = \frac{50V}{0,03A} = 1.666\Omega$$

De 50 volt i udregningen er den maksimale berøringsspænding og de 0,03 ampere (30mA) er den maksimale udløserstrøm. Grunden til at den maksimale udløserstrøm er 30mA er fordi dette er den øvre grænse før strømmen kan forårsage varige mén.

## 4.6.2 Supplerende udligningsforbindelse

Foruden hovedudligningsforbindelsen findes der yderligere udligningsforbindelser, hvis formål er at sikre at der er en jordforbindelse, selv hvis forbindelsen skulle være brudt et sted i kredsen.

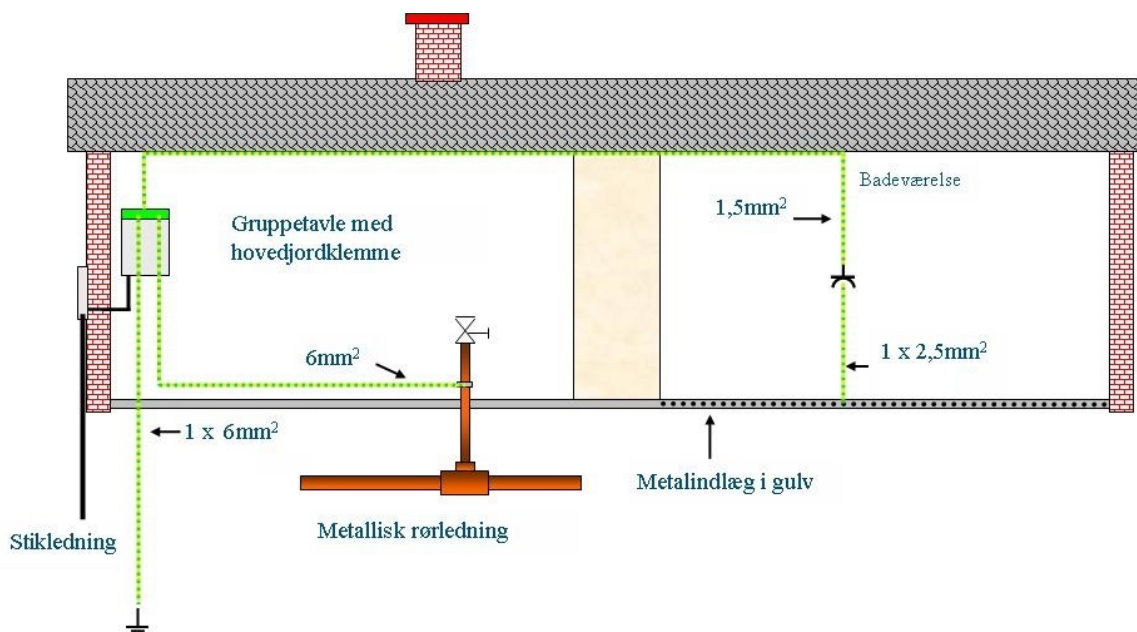


Figure 4.2: Billede over supplerende udligningsforbindelse [14]

Som kan ses i [Figure 4.2] har man hovedudligningsforbindelsen der går til jordspyddet. Foruden denne er der udligningsforbindelser til vandrør og fra stikkontakten ned til metalindlægget i gulvet. Metalindlægget er derefter forbundet til gruppetavlen med endnu en udligningsforbindelse. Der behøves ikke kun være en enkelt stikkontakt der er forbundet til metalindlægget, der kan sagtens være mere end en, for at sikre at der er forbindelsen til jordspyddet.

De supplerende udligningsforbindelser er bl.a. rivenettet og lignende metalindlæg i gulvet, samt vand- og fjernvarmerør. Her er det også en  $6\text{mm}^2$  ledning der går ned til vand- og fjernvarmerørene, samt rivenettet. Dette kabel går ubrudt igennem nogle klemmer på alle rørene. Grunden til at der benyttes  $6\text{mm}^2$  ledning til rivenettet er for at øge den mekaniske beskyttelse af ledningen.

### 4.6.3 Udligningsforbindelse ved husdyr

Hvis der benyttes elektriske apparater i en bygning med husdyr, vil overgangsmodstanden kun være  $833\Omega$ . Dette findes vha. den følgende udregning:

$$\text{Overgangsmodstand} = \frac{25V}{0,03A} = 833\Omega$$

Grunden til at der i dette tilfælde regnes med 25 volt i stedet for 50 volt til den maksimale berøringsspænding er grundet at husdyrene har en bedre jordforbindelse i forhold til mennesker, grundet at de står på fire ben i forhold til to mennesker. Ved at der stadig benyttes 30mA i beregningen kan der stadig benyttes det samme HPFI relæ som i en almindelig bolig. Måden man herved fysisk reducerer overgangsmodstanden er ved at sætte flere jordspyd i jorden, herved sænker man modstanden i samme princip som med parallelforbundede modstande.

## Afsnit 5

# Materiale Forbrug I Standen

I standen er der blevet benyttet følgende komponenter:

- 1x Fuga Baseline 2½ modul El nr. 10 17 037 829
- 7x Fuga Baseline 1 modul El nr. 10 17 037 735
- 1x Fuga Baseline 2½ modul El nr. 10 17 037 528
- 7x Fuga Baseline 1 modul El nr. 10 17 037 340
- 1x Fuga Krone 1 modul El nr. 10 17 036 095
- 2x Fuga Krydsning 1 modul El nr. 10 17 036 134
- 1x Fuga Korrespondance Dobbelt El nr. 10 17 036 011
- 2x Fuga 1-Pol med lampe 230V El nr. 10 17 035 457
- 3x Fuga 1-Pol El nr. 10 17 035 818
- 4x Fuga Dåse for isætning forfra El nr. 10 17 049 820
- 1x Opus 1-Pol El nr. 10 17 049 820
- 3x Opus 1 modul El nr. 10 17 050 453
- 1x Automat Sikring 1-Pol + N 13A El nr. 10 22 040 063
- 1x HPFI-Relæ 4-Pol 40A El nr. 10 22 040 102

- 2x 1-Pol + N 13A El nr. 10 18 020 916
- 1x 3-Pol + N 13A El nr. 10 18 020 945
- 1x 3-Pol + N 16A El nr. 10 18 020 958
- 1x UM-s For Stikbenstilslutning El nr. 10 16 010 643
- 1x UG150-18 El nr. 10 16 008 529
- 1x Opus 2-Pol med jord El nr. 10 17 050 262
- 4x Fuga Korrespondance El nr. 10 17 035 973
- 9x For Pladelofter Type PL 55/16 mm El nr. 10 20 007 516
- 1x Vindtæt tætningsring El nr. 10 20 007 561
- 9x Rund Ø80 mm indsats med afdækning 3-leder + jord El nr. 10 20 006 591
- 1x Bals CEE norm 16-6h Typ 1030
- 1x Joel Pir Sensor 150deg
- 1x Hager ST 303 (Transformer til kiprelæ)
- 1x Hager EPN 511 (Kiprelæ)
- 1x Hager EM001N (Trappeautomat)
- 1x Paladin 170 410 Pro (Koblingsur)

For at tilslutte de fornævnte komponenter har der været benyttet følgende mængder kabel og ledning:

- 70,85m  $1,5mm^2$  ledning
- 0,7m  $5 \times 1,5mm^2$  kabel
- 2,2m  $5 \times 2,5mm^2$  kabel
- 1,8m  $4 \times 0,75mm^2$  kabel
- 0,55m  $4mm^2$  dobbeltisoleret jordledning
- 2,85m  $4 \times 10mm^2$  kabel

- 2,1m  $6mm^2$  ledning
- 7,5m  $6mm^2$  jordledning
- 11,75m plastrør
- 8,58m flexrør

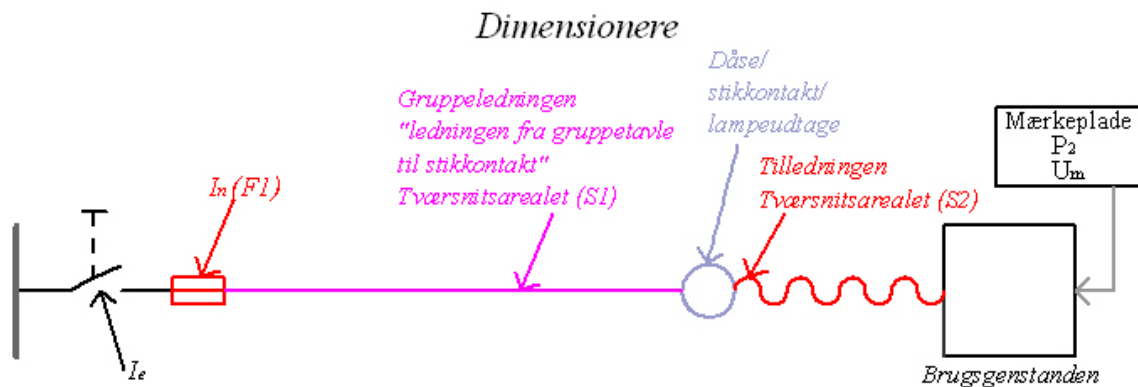




# Afsnit 6

## Dimensionering

Dimensionering bruges til at sikre at de kabler der benyttes ikke forårsager brand eller lignende pga. et for stort elektrisk forbrug og at de sikringer der bruges er store nok til at klare forbruget.



**Figure 6.1:** Diagram over dimensionering af kabelinstallation[15]

Som eksempel kan laves en dimensionering af en vandvarmer med følgende oplysninger:

- 1200 Watt
- 230 Volt
- 25 meter fra gruppetavle til vandvarmeren
- 25 meter fast kabel af XLPE

For at beregne dette benyttes der effektformlen: IB (*Brugsgenstandens mærkestrøm*)  
$$\frac{P}{U} = \frac{1200W}{230V} = 5,217 \text{ Ampere}$$

Til In, sikringen, findes der ikke nogen sikring på 5,217 ampere, herved bruges den nærmeste sikring der er større. Sikringen bliver herved en 6A D01 sikring.

Ie er 6 ampere.

Da den faste kabel installation er ført ud til langs væggen i en synlig plastrørsinstallation kan der ses under tabel B.52.3 kolonne 4 i *Standardsamling til installationsbekendtgørelsen - DS/HD 60364-serien* at der skal benyttes 1,5 mm<sup>2</sup> kobberledning, da dette har strømværdi på 23 ampere herved ender S1 med at være 1,5 mm<sup>2</sup> kobberledning.

For S2 udføres der ingen beregning da denne ignoreres da denne er sluttet til en stikkontakt med en dens medfølgende stikprop.

## 6.1 Stikledning

Stikledningen er den kabel der består af fire ledere, 3 faser og 1 nul, på 10 kvadrat. Med dette tværsnit har ledningen en maksimal mærkestrøm på 50 ampere. Stikledningen forsyner boligens elnet. Stikledningen skal graves 70 centimeter ned, herefter skal den dækkes med 20 centimeter jord, hvorefter der skal lægges et markeringsbånd eller en dækplade, efter dette skal resten af hullet fyldes op med jord. Hvis stikledningen går op ad muren på en bygning skal den første halve meter kablet være beskyttet med en metalskinne. Til sidst ender stikledningen i målerskabet i boligen, hvorfra elforbruget kan aflæses.

## Afsnit 7

# Beskyttelse Mod Berøring

Dette afsnit omhandler to typer af beskyttelse mod berøring. Disse to typer af berøring der kan beskyttes mod er direkte og indirekte berøring. I de to efterfølgende afsnit vil der blive beskrevet hvordan disse er forskellige og hvordan hver af disse beskytter.

### 7.1 Beskyttelse mod Direkte Berøring

Beskyttelse mod direkte berøring er beskyttelse mod at røre direkte ved en fase eller anden leder. Denne beskyttelse består af tre punkter: Kapsling, Isolering og Barriere.

Kapslingen kan f.eks. være en stikkontakt, da der ikke er mulighed for at røre direkte ved fasen med en finger. Denne beskyttelse kan også være ved gruppetavlen, da der er beskyttelse mod direkte berøring, ved den ydre kapsling af selve gruppetavlen.

Den anden form for beskyttelse mod direkte berøring er isolering, dette er isoleringen på kabler og ledninger, hvorved man ikke kan røre direkte ved kobberet på ledningen, da der er isolering omkring dette.

Den sidste form for beskyttelse mod direkte berøring er barriere der fungerer som en forhindring mod at røre direkte ved ledende elementer. Dette er f.eks. plastikken rundt om skruerne på grupperne i gruppetavlen, der gør at det ikke er muligt at sætte fingeren direkte på skruen.

## 7.2 Beskyttelse mod Indirekte Berøring

Beskyttelse mod indirekte berøring er beskyttelse mod at komme i kontakt med strømførende elementer, uden man rører ved en leder. Dette kan være en vaskemaskine der er fyldt med vand, hvorved der er kommet forbindelse mellem fasen og stellet på vaskemaskinen. For at beskytte imod dette anvendes et HPFI relæ. Hvis der skulle opstå forbindelse mellem fasen og stellet på vaskemaskine, vil vaskemaskinen være jordet, vha. udligningsforbindelsen. Herved vil HPFI relæet slå fra når det registrerer at der er en overgang til jord, herved beskytter det brugeren mod at få elektrisk stød.

# Afsnit 8

## Relæteknik

Relæer anvendes til styring. Det kan være til styring af en proces, der kræver huskeelementer, eller signaler der skal vendes.

### 8.1 Kiprelæ

Et kiprelæ anvendes til styring. Dette kan være styring af en proces, hvor der f.eks. skal vendes signaler. Et almindeligt brug af et kiprelæ er til styring af armature, herved kan der benyttes et lavvoltskiprelæ, hvorved der kan benyttes små afbrydere. Disse afbrydere er fjederpåvirkede, da kiprelæet kun behøver et kort signal for at skifte mellem dens to tilstande.

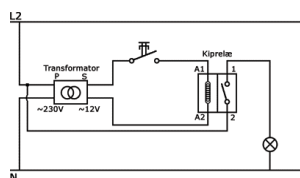


Figure 8.1: Diagram over 12V kiprelæ 11.1

### Fordele og ulemper

- Fordelene ved at benytte lavvoltskiprelæer er de lavere omkostninger i forhold til kabler der skal trækkes til afbryderne i styrekredsen. Grundet den lave spænding der benyttes i styrekredsen er det kun nødvendigt at benytte 0,5<sup>□</sup>, disse kabler

kan føres som synlig installation og behøves ikke at føres i rør, da disse kabler kan mures inde uden yderligere beskyttelse. Foruden de lavere omkostninger til kablerne er omkostningerne til afbrydere også lavere, da disse ikke skal slutte og bryde høje spændinger.

- Ulemperne ved at benytte lavvoltskiprelæer er at kablerne til styrekredsen ikke kan trækkes over lange afstande, da ledningsmodstande ved udligne spændingen i kablet. Kablerne i styrekredsen skal desuden isoleres/skærmes fra de almindelige installationskabler der benytter en højere spænding (230/400 V).
- Fordelene ved at benytte kiprelæer ved højere spænding er at kablerne til styrekredsen kan trækkes over meget længere afstande end ved lavvoltskiprelæer.
- Ulemperne ved at benytte kiprelæer ved højere spænding er at omkostningerne ved disse er langt højere end ved lavvoltskiprelæer. Dette grundet brugen af almindelige installationskabler, samt brugen af almindelige afbrydere, da omkostninger for disse er betydeligt højere.

## 8.2 Tidsrelæer

Formålet med et tidsrelæ er at give en tidsforsinkelse, det kan være ved indkobling eller udkobling. Dette kan f.eks. være:

1. En motor skal starter 30 sekunder efter at en anden motor er startet. Motoren starter 30 sekunder efter at signalet er sluttet. Dette er forsinket indkobling, også kaldet *on delay*.
2. En motor starter 30 sekunder efter at en anden motor er stoppet. Motoren starter 30 sekunder efter at signalet er afbrudt. Dette er forsinket udkobling, også kaldet *off delay*.

Metoder til tidsforsinkelse:

- **Termisk tidsrelæ** virker ved, at signalstrømmen opvarmer et bimetal. Bimetallet bøjer efter en vis tid og skifter kontakten.
- **Pneumatisk tidsrelæ** virker ved, at signalstrømmen øjeblikkelig aktiverer spolen, som derved skifter kontaktsættet. Når spolen mister sin spænding falder den tilbage. Kontakten er forsinket i tilbagefald af en luftbremse. Pneumatiske tidsrelæer kan også udføres som forsinket tiltræk.
- **Elektronisk tidsrelæer** virker ved, at en kondensator oplades gennem en modstand. Opladningstiden afhænger af modstandens og kondensatorens størrelse.

## 8.3 Trappeautomat

En trappeautomat anvendes til tidsbegrænsning af belysning i trappeopgange, entréer og udendørsbelysning mm.

I standen er der anvendt en to polet trappeautomat, hvis formål er at tænde lyset og lade dette være tændt i et bestemt stykke tid. Dette er et forsinket frafald. Ved et forsinket frafald slutter trappeautomaten forbindelsen med det samme når den modtager en puls fra afbryderen. Efter den har modtaget denne puls holder den forbindelsen sluttet i den tid der er indstillet derpå. Ved forsinket tiltræk slutter trappeautomaten først efter den angivne tid forbindelsen.



**Figure 8.2:** Billede af en Hager trappeautomat[16]

I [Figure 8.2] kan man se hvordan trappeautomaten der er benyttet i standen ser ud. Den kan indstilles med forskellige kanaler, der hver kan have deres egne tidsindstillinger.



## 8.4 Koblingsur

Et koblingsur er et elektronisk kontaktur, der kan sættes til at slutte eller bryde forbindelsen til en brugsgenstand ved bestemte dage og klokkeslætter. Dette kan bruges til udendørsbelysning, f.eks. julebelysning, som kun behøves at være tændt i nogle bestemte timer om dagen. Der ville i dette tilfælde ikke være nogen grund til at have belysning til at være tændt midt om natten. Et lignende koblingsur som det der er brugt i standen kan ses i [Figure 8.3].



**Figure 8.3:** Billede af et Paladin 170 4x0 koblingsur[17]

Et koblingsur kunne også bruges at have noget udendørs belysning eller indendørs belysning til at være tændt i bestemte tidsrum, hvis man f.eks. skulle på ferie. I dette tilfælde kunne man også bruge et digitalt tidsur man sætter i stikkontakten, der herved kan tænde for en brugsgenstand der er sat i stikket.



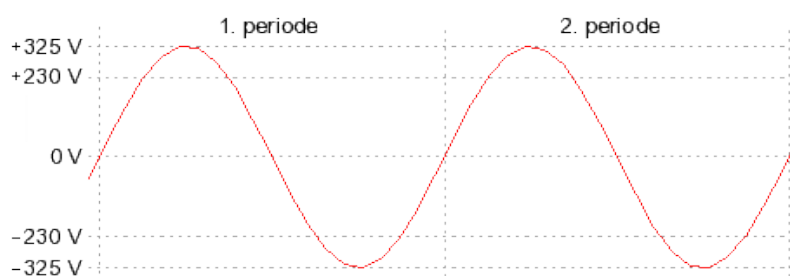
# Afsnit 9

## Vekselstrømsteori

I dette afsnit vil jeg beskrive vekselstrømsteori og dets underliggende komponenter.

### 9.1 Vekselstrømsmodstande

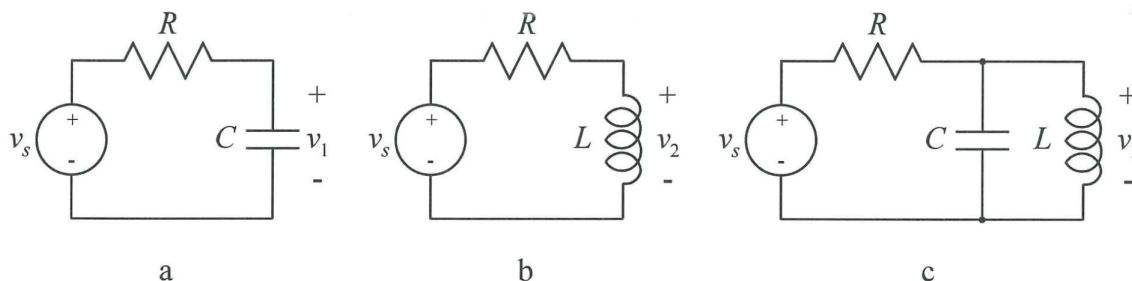
Det der kendetegner vekselstrøm frem for jævnstrøm, er at vekselstrøm, som navnet hentyder til veksler i strømmens styrke og polaritet. Dette er grunden til at vekselstrøm ikke kan benyttes til elektromagneter, da polariteten i så falde ville skifte. Som kan ses i [Figure 9.1] vil vekselstrømmens sinuskurve gå fra 0 - 1 - 0 - 1 - 0 i løbet af én periode.



**Figure 9.1:** Diagrammer over vekselstrømmens sinus kurve[18]

Indenfor vekselstrøm har man foruden ohmske modstande, modstandene som har været beskrevet i 2.1, 2.2 og 2.3, spoler og kondensatorer. Spolens værdi skrives i enheden H (Henry) og kondensatorens værdi skrives i enheden F (Ferat), dog oftest i micro ferat ( $\mu\text{F}$ ).

Et eksempel på et kredsløb hvor man har både en spole og en kondensator kan ses i [Figure 9.2].



**Figure 9.2:** Diagrammer over spoler og kondensatorer i kredsløb[19]

I [Figure 9.2] figur a er der en ohmsk modstand og kondensator, i figur b er der en ohmsk modstand og en spole, til sidst er der så i figur c en ohmsk modstand, samt en kondensator og spole.

Som eksempel kan man regne med figur c, med en spole på 0,2 Henry, en kondensator på 20  $\mu\text{F}$  og en ohmsk modstand på 30 ohm.

For at finde spolens ohmske værdi er benyttes denne formel:

$$XL = \frac{2 * \pi * f}{L}$$

Hvor f er frekvensen på vekselstrømmen i Hz, i Danmark er denne frekvens normalt 50 Hz, medmindre det er til specielt brug hvor der skal benyttes f.eks. 60 Hz.

For at udregne XL, den ohmske modstandsværdi for spolen indsættes værdierne ind og man får formlen:

$$XL = \frac{2 * \pi * 50}{0,2} = 62,83\Omega$$

For at udregne XC benyttes denne formel:

$$XC = \frac{10}{2 * \pi * f * C}$$

Denne formel skal man dog ændre for at få kunne bruge den til at regne med micro ferat:

$$XC = \frac{10^6}{2 * \pi * f * C}$$

Dog når der regnes med micro ferat, kan man bruge en mere simpel formel, denne kan dog kun bruges når der regnes med micro ferat og dette er ved 50 Hz.

$$XC = \frac{3183}{C}$$

Nu kan der indsættes værdierne for  $c$  for at udregne formlen:

$$XC = \frac{3183}{20} = 159,15\Omega$$

Nu har man de ohmske modstandsværdier for alle komponenterne, disse kan dog ikke lægges sammen ligesom ved serie eller parallel forbindelser. I stedet for dette bruges der denne formel:

$$Z = \sqrt{R^2 + (XL - XC)^2}$$

Ved at indsætte værdierne får man:

$$Z = \sqrt{30^2 + (62,83 - 159,15)^2} = 100,88\Omega$$

## 9.2 Modstandstrekanten

Når man snakker om vekselstrømsteori kan man selvfølgelig ikke glemme modstandstrekanten, denne trekant bruges til at vise hvor effektivt spolen og kondensatoren udligner hinanden.

Som der blev nævnt i 9.1 regnes værdierne for  $XL$  og  $XC$ , spolen og kondensatoren, ud for at beregne impedansen ' $Z$ '. For at finde ud af hvor effektivt spolen og kondensatoren udligner hinanden beregnes  $\cos\Phi$ .  $\cos\Phi$  bruges til at finde vinklen på den nye trekant der viser hvor effektivt spolen og kondensatoren udligner hinanden. Målet ved at finde denne værdi er at forsøge at få spolen og kondensatoren til at udligne hinanden så godt som muligt, så der ikke er noget tilbagegående strøm til kraftværket. Jo bedre denne udligning er, jo mindre kabler er der brug for, da der herved ikke er behov for at skulle lade ekstra elektricitet løbe tilbage.

For at beregne  $\cos\Phi$  benyttes denne formel:

$$\cos\Phi = \frac{R}{Z}$$

Ved at indsætte værdierne fra 9.1 får man:

$$\cos\Phi = \frac{30\Omega}{100,88\Omega} = 0,297$$

Hvis man vil finde vinklen på denne nye trekant, der viser hvor lidt strøm der løber tilbage efter at spolen og kondensatoren har udlignet hinanden kan man tage  $\cos^{-1}(0,297)$  hvilket giver en vinkel på 72,7 grader.



# Afsnit 10

## El-Motor

En el-motor er en motor der bliver styret ved hjælp af elektricitet i modsætning til en traditionel forbrændingsmotor der kører ved hjælp af fossile brændstoffer.

### 10.1 El-Motorens Opbygning

En el-motor er opbygget i flere forskellige sammensatte dele. Den primære del af motoren er statorhuset som omgiver viklingerne og rotoren. Et detaljeret diagram over alle delene i en el-motor kan ses i [Figure 10.1].

Som kan ses i [Figure 10.1] har man en kappe der omgiver ventilator, hvis formål er at køle selve motoren for at undgå at den bliver for varm og risikerer at brænde mere følsomme dele af, f.eks. viklinger eller rotor. Efter ventilatoren sidder lejeskjoldet som beskytter rotoren og viklingerne fra ventilatoren, da denne kan ellers ville blæse støv og andre partikler ind som ville kunne beskadige rotoren.

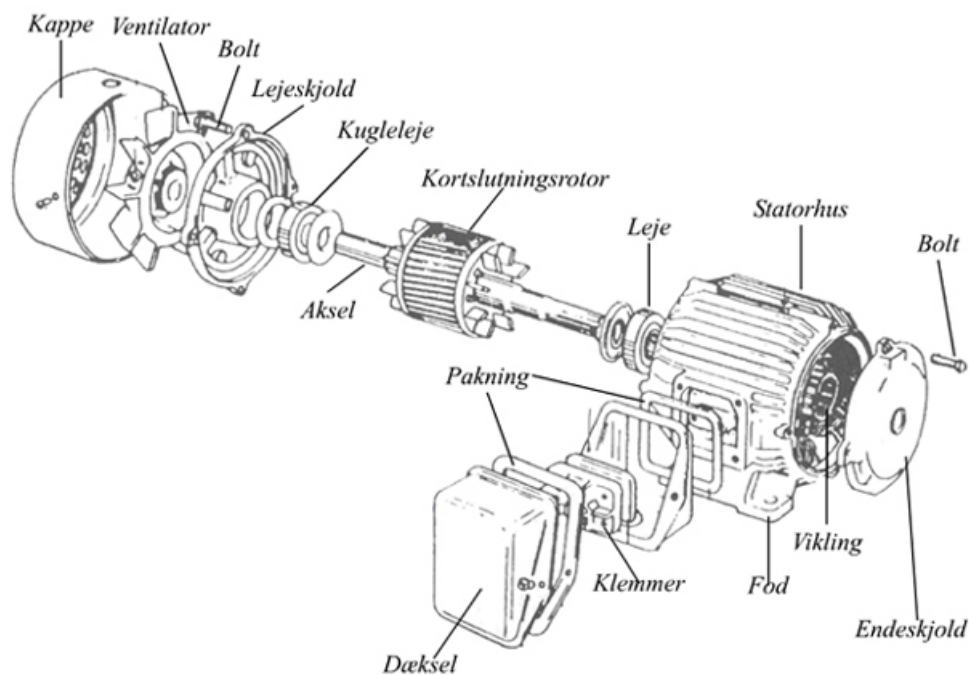


Figure 10.1: Diagram over en el-motors opbygning[20]

## 10.2 Klemkassen

Klemkassen er den kasse der sidder på siden af statorhuset, hvori man tilkobler motoren til strøm. Denne kasse som kan ses på [Figure 10.1] har et dæksel som dækker for klemmerne inde i klemkassen. Dækslet har til formål at holde fugt og andre partikler ude fra klemmerne for at undgå kortslutninger eller overgang til jord.

## 10.3 Kobling af Motor

Motoren kobles til strøm ved hjælp af klemkassen. Motoren kan kobles på flere forskellige måder, de mest simple måder er stjerne og trekant.

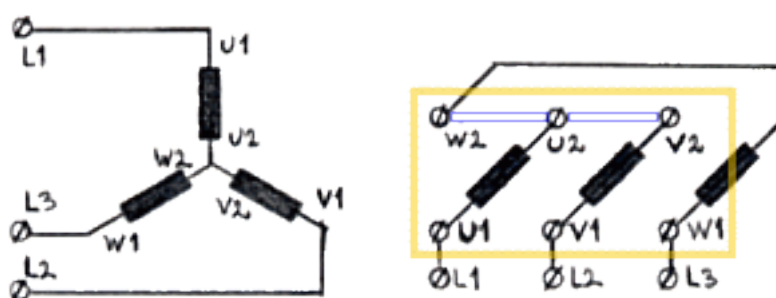
### 10.3.1 Stjerne Kobling

Motoren kobles i stjerne hvis den skal bruge 230 V, dette kan ses ved følgende mærkninger på motoren:



- 230 V
- 400 V Y
- 400 / 230 V
- 230 V  $\Delta$

Den første er meget klar, da der kun står 230 V, den anden viser dog at motoren tilkobles 400 V. Dette bliver motoren dog også da den bliver koblet med 3 faser, dog viser mærket Y at den kobles i stjerne. Ved at blive koblet i stjerne kan man tage den maksimale spænding og dividere med  $\sqrt{3}$ . Dette ville give  $400V/\sqrt{3} = 230V$ , herved kan man se at viklinger kun kan tåle at være koblet til 230 volt. Ved den tredje måde på liste er der to forskellige værdier, 400 V og 230 V, her tager man den laveste værdi, hvilket er 230 V. Ved den sidste viser den at skal være tilkoblet trekant ved 230 volt, hvilket er det samme som stjerne ved 400 V. Et diagram der viser hvordan denne stjerne kobling bliver udført kan ses i [Figure 10.2].



**Figure 10.2:** Diagram over Stjerne kobling[21]

Som kan ses i [Figure 10.2] viser den til venstre en visuel repræsentation af hvordan stjerne koblingen fungerer, mens man til højre i figuren kan se hvordan motoren skal kobles hvis den skal kobles i stjerne. Som kan ses i [Figure 10.2] til højre kan man se en blå skinne der går henover w2, u2 og v3, denne skinne fungerer som det samlingspunkt man kan se til venstre i figuren.

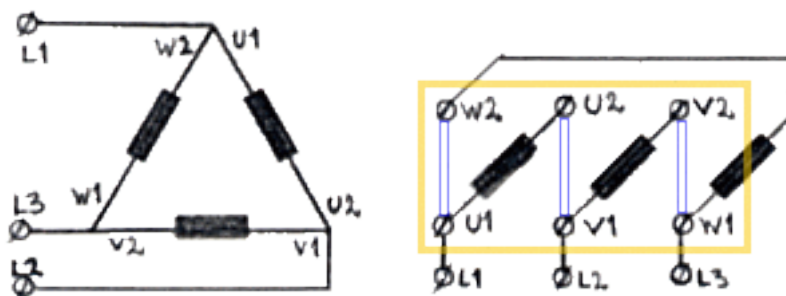
### 10.3.2 Trekant Kobling

Motoren kobles i stjerne hvis den skal bruge 400 V eller højere, dette kan ses ved følgende mærkninger på motoren:

- 400 V

- 400 V  $\Delta$
- 690 / 400 V
- 690 V Y

Som ved stjernekoblingen er den første meget klar, da der kun står 400 V, skal den kobles i trekant for at opnå denne spænding. Ved den anden er det gjort endnu mere tydeligt da der står 400 V  $\Delta$ , hvilket viser at den skal have 400 V og skal være koblet i trekant. På den tredje står der 690 / 400 V, de 690 V, kan ignoreres da der ikke benyttes 690 V på fastlandet, så herved har man igen kun de 400 V, hvilket skal kobles i trekant. Sidst har man 690 V Y, som viser at ved en spænding på 690 V skal den kobles i stjerne, men ved at igen tage  $690/\sqrt{3} = 400V$ , kan man se at den skal sluttes til 400 V, hvilket kun kan opnås ved en trekantskobling når hver fase er 230 V. Et diagram der viser hvordan dette kobles i klemkassen kan ses i [Figure 10.3].



**Figure 10.3:** Diagram over Trekant kobling[21]

Som kan ses i [Figure 10.3] viser den til venstre en visuel repræsentation af hvordan trekant kobling fungerer, mens man til højre i figuren kan se hvordan motoren skal kobles i klemkassen, hvis den skal kobles som trekant. Som kan ses i [Figure 10.3] til højre kan man se tre blå skinner der hver går henover u1 og w2, v1 og u2, samt w1 og v2. Ved at koble motoren på denne måde har spolerne altid 2 faser tilsluttet, hvilket resulterer i 400 V.

## 10.4 Motorværn

### 10.4.1 Håndbetjent motorværn

Et håndbetjent motorværn er et beskyttende element hvis formål er at beskytte den tilsluttede motor. Et håndbetjent motorværn, som navnet hentyder er håndbetjent, er hvor brugeren trykker på slutteafbryderen på det håndbetjente motorværn, hvorved der slutes forbindelse igennem motorværnet. Kontaktfladerne i det håndbetjente motorværn består af et bimetal, herved forstås to forskellige metaller der er sat sammen ved f.eks. svejsning, tryk eller lign. Disse bimetaller har hver deres varmeudligningskoefficient, hvilket gør at kontaktfladerne begynder at bukke, når der trækkes en for kraftig strøm igennem motorværnet. Når dette sker bukker kontaktfladerne så meget at de bryder forbindelsen igennem motorværnet. Rundt om kontakterne kan/vil der i mange tilfælde være viklet konstantan tråd rundt, dette er for at få kontaktfladerne til at varme sig op hurtigere i tilfælde af en overstrøm, dette er for at nedsætte risikoen for skader på motoren. En diagram over det håndbetjente motorværn kan ses i [Figure 10.4].

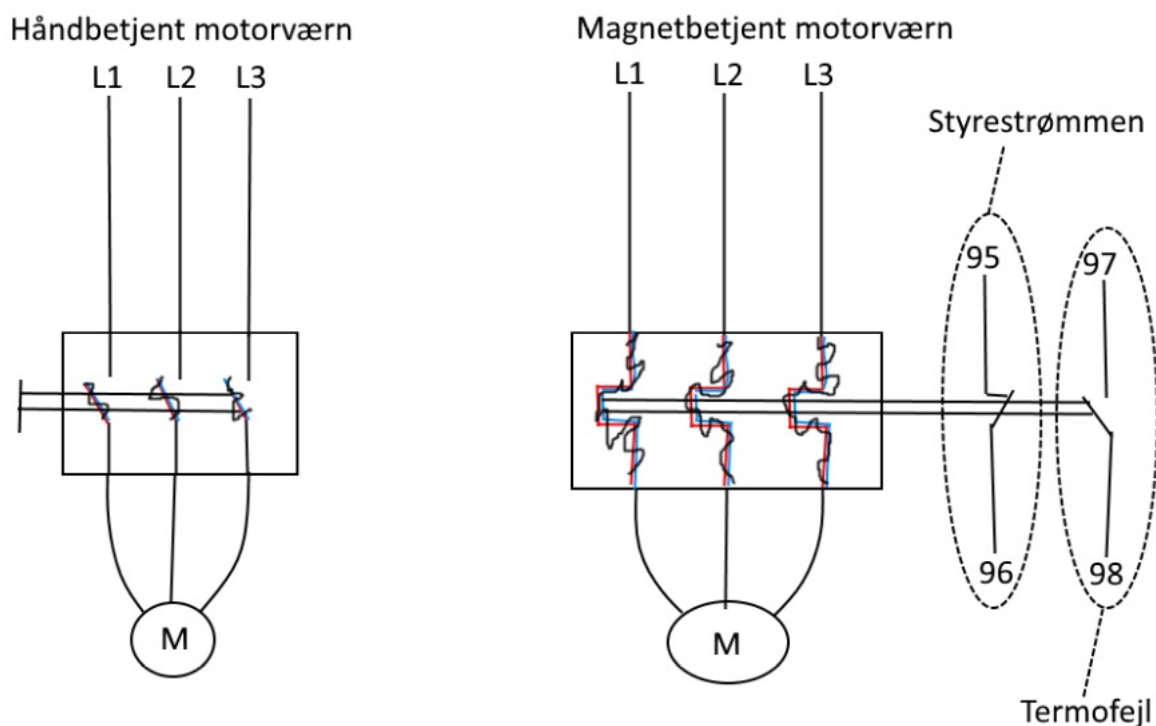


Figure 10.4: Diagram over håndbetjent og magnetbetjent motorværn

## 10.4.2 Magnetbetjent motorværn

Et magnetbetjent motorværn som kan ses i [Figure 10.4] er et beskyttende element hvis formål er at beskytte den tilsluttede motor. Et magnetbetjent motorværn består af et bimetal indeni, hvor hvert metal har hver sin varmeudligningskoefficient. Dette resulterer i at metallet bukker og herved skubber til en NO og en NC kontakt. NC kontakten er betegnet med 95 som indgang og 96 som udgang, ligedannet for NO kontakten er den betegnet med 97 for indgang og 98 for udgang. Det magnetbetjente motorværn fungerer som termisk sikring for motoren, ligesom det håndbetjente, og bryder herved forbindelsen til motoren i tilfælde af en overstrøm. Rundt om metallet i det magnetiske motorværn kan/vil der være viklet konstantan tråd omkring, dette er for at få metallet til at varme sig op hurtigere i tilfælde af en overstrøm, dette er fælles for både det magnetbetjente og håndbetjente motorværn.

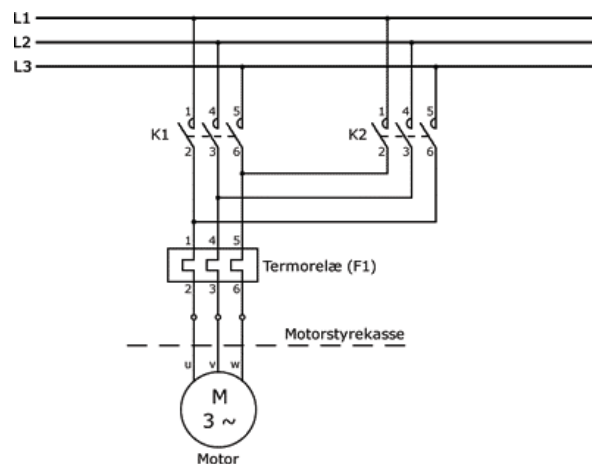
# Afsnit 11

## Motorstyring

I dette afsnit vil der blive beskrevet hvordan motorstyringen er udført i standen, dette vil blive gjort i form af hovedstrøm- og styrestrømsdiagrammer.

### 11.1 Hovedstrømsdiagram

Hovedstrømsdiagrammet viser hvordan strømføringen til motoren skal tilsluttes. Ud fra dette kan man se hvilke faser der skal kobles til de forskellige dele af relæerne. Dette kan være i form af en frem/bak styring, hvorved to af faserne er byttet rundt, for at få motoren til at køre den modsatte vej rundt. Hovedstrømsdiagrammet til motoren i standen kan ses i [Figure 11.1].



**Figure 11.1:** Diagram over hovedstrømmen[22] Fuldt diagram kan ses i bilag A

## 11.2 Styrestrømsdiagram

Styrestrømsdiagrammet bruges til at vise og forstå hvordan styringen af motoren fungerer. Diagrammet viser hvilke afbrydere der bruges til at f.eks. få motoren til at køre frem og tilbage, samt hvilke former for beskyttelse der er. Dette kan være i form af f.eks. et termorelæ, hvis der benyttes et magnetbetjent motorværn. Styrestrømsdiagrammet til motoren i standen kan ses i [Figure 11.2].

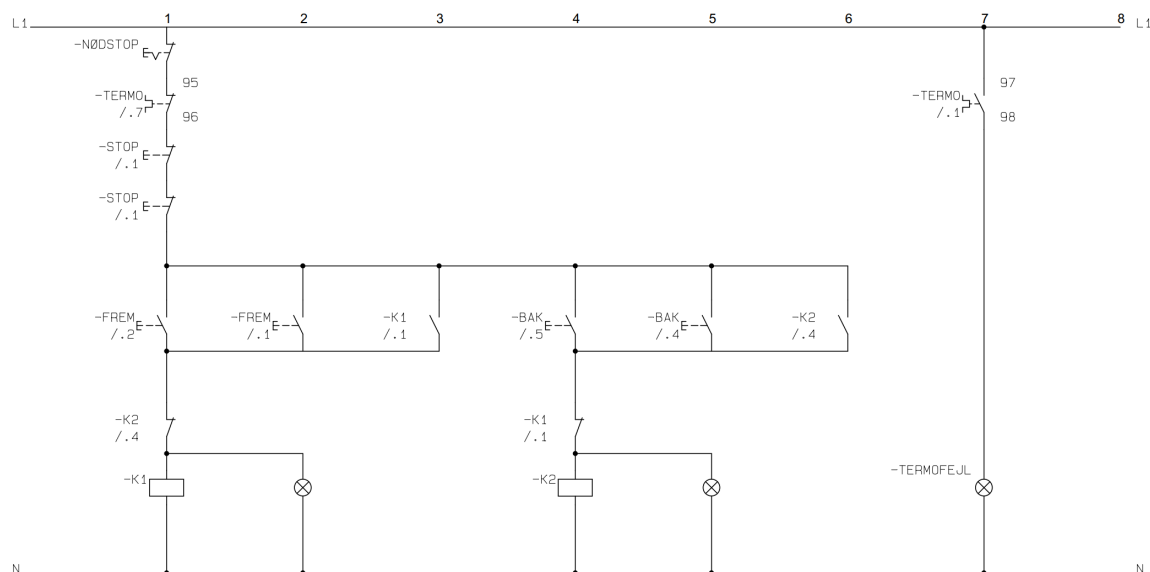


Figure 11.2: Styrestrømsdiagram. Fuldt diagram kan ses i bilag A

# Afsnit 12

## Sluttest

Sluttesten er en checkliste og er det sidste der udføres efter man har fuldført en installation i f.eks. et nybyggeri eller en ny tilbygning. Sluttesten har til formål at vise og virke som en sikring for at alt elektrisk er lavet efter bekendtgørelsen. Sluttesten består af en tjeklisten som skal påminde elektrikerens om at tjekke at det han har udført er korrekt og eventuelt påminde ham om noget han måske havde glemt at lave.

	Ja	Nej	Ikke aktuelt
Generelt			
Er der taget hensyn til områder og kapslingsklasser?	X		
Er der brandtætning ved gennemføringer?			X
Er installationen isolationsprøvet (NB! Pas på elektronik) $\infty M\Omega$	X		
Er SELV og PELV kredse kontrolleret			X
Er spændingen kontrolleret? Evt. spændingsmåling ved tavle / V	X		
Er der foretaget funktionsprøve?	X		
Er nødvendig dokumentation udleveret til ejer/bruger?	X		
Tavler:			
Er overstrømsbeskyttelsesudstyr korrekt valgt og indstillet?	X		
Er mærkning med tilhørsforhold og max. mærke-/indstillingsstrøm foretaget?	X		
Er mærkning med oplysninger om tavlen foretaget?	X		
Er afdækning og dækplader monteret?	X		
Er huller ved indføringer tilpasset/tætning?	X		

	Ja	Nej	Ikke aktuelt
Installation:			
Er afbrydere, stikkontakter m.m. monteret i henhold til gældende regler?	X		
Er kabler/ledninger forskriftsmæssigt oplagt og afsluttet?	X		
Er kabler beskyttet mod mekanisk overlast ved opføring fra gulv/jord?			X
Er tilledninger aflastet for træk og vridning?	X		
Er alle dæksler og afdækninger monteret, så der ikke er berøringsfare?	X		
Er alle samlinger let tilgængelige?	X		
Lavvoltsbelysning:			
Er lavvoltmateriel valgt og installeret efter gældende regler?	X		
Er lavvoltmateriel monteret i henhold til fabrikantens anvisninger?	X		
Er ledere valgt efter strømværdi og spændingsfald?	X		
Er dokumentation for placering af transformere og overstrømsbeskyttelse udarbejdet?	X		
Beskyttelsesledere og udligningsforbindelser:			
Er beskyttelsesledere anbragt i separate klemmer?	X		
Er beskyttelsesidentificerbare ved klemmeforbindelser i tavle?	X		
Er hovedudligningsforbindelse etableret?	X		
Er supplerende udligningsforbindelse(r) etableret?	X		
Er kontinuitet i beskyttelsesledere og udligningsforbindelser kontrolleret?	X		
Er overgangsmodstand for jordelektrode kontrolleret? $\underline{\Omega}$			X
Beskyttelse mod indirekte berøring:			
Er beskyttelsesmetode korrekt valgt i forhold til installationstype og systemjording?	X		
Er fejlstrømsafbrydere kontrolleret og testet?	X		
Er beskyttelsesledere forbundet i tilslutningssteder (dåse eller stikkontakt)?	X		



Denne tjekliste består af fire forskellige tests der bliver udført på installationen for at kunne opfylde denne. Disse fire tests vil nu blive beskrevet for at give indblik i deres formål.

### **12.0.1 Isolationstest**

Til isolationstesten benyttes isolationstester, også kaldet en *megger*. Til den almindelige elektriske installation, 230 volt, benyttes 500 V DC. Isolationstesterne bruges til at sikre sig at modstanden mellem jord og alle ledere er uendelig, derved vil der ikke være nogen forbindelse mellem de to. For yderligere beskrivelse se 4.5.

### **12.0.2 Gennemgangstest**

Til gennemgangstesten benyttes en *ringeapparat*, der bruges til at kontrollere om der er gennemgang, også kaldet kontinuitet, gennem beskyttelseslederne og udligningsforbindelserne. Dette måles mellem to punkter f.eks. den sidste beskyttelsesleder i strømkredsen og jordklemmen. Alt dette udføres med en spænding på 4 til 24 volt med en strøm på mindst 0,2 A.

### **12.0.3 Kontrol af spænding**

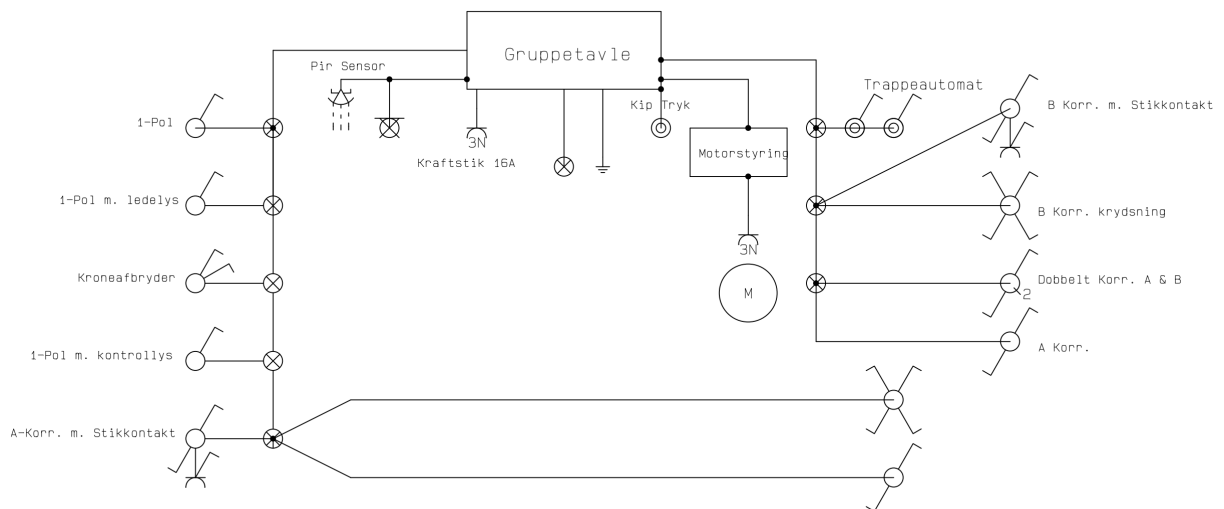
Spændingen kontrolleres for at sikre at der er nok spænding længst ude i installationen og for at sikre at spændingsfaldet ikke overstiger de tilladte 4%.

### **12.0.4 Kontrol af fejlstrømsafbryder (RCD)**

Hertil blev der brug en HPFI-tester. HPFI-testeren bruges til at se hvor lang udløser-tiden er og hvad udløserstrømmen er. Dette er for at sikre sig at disse holder sig under 300ms og 30mA respektivt. Hvis disse værdier ikke er overholdt skal RCD'en udskiftes, da de vil kunne være til fare for brugeren i tilfælde af en fejlstrøm.

## **12.1 Plantegning**

Plantegning er forbundet med sluttetsten, da denne sendes til kunden for at give overblik over hvilke afbryderen der tænder/slukker de forskellige armature.



**Figure 12.1:** Plantegning over stand

Som kan ses i [Figure 12.1], fuldt billede kan ses i bilag, er standen opdelt i 3 sider hvor der er placeret afbrydere. I den venstre siden befinder sig afbryderne fra gruppe 1, med en korrespondance og krydsningsafbryder i den højre side. PIR-sensoren er sluttet til gruppe 2, RCD gruppen, da dette er den udendørs gruppe. Gruppe 3 består af de resterende afbrydere på den højre siden, herunder dobbelt korrespondancen.

## 12.2 Gruppeoversigt

Der laves en gruppeoversigt over gruppetaflen, således kunden (og elektrikerens) ved hvad der er i hver strømkreds. Gruppeoversigten over min stand ser således ud:

### Gruppe 1

- 1-Pol afbryder
- 1-Pol afbryder m. ledelys
- Kroneafbryder
- 1-Pol afbryder m. kontrollys
- A korrespondance m. stikkontakt

## **Gruppe 2**

- PIR-sensor
- Udendørs stikkontakt m. afbryder
- Udendørs stikkontakt u. afbryder (Koblingsur)
- Kip-relæ (12V)

## **Gruppe 3**

- A & B dobbelt korrespondance m. stikkontakt ved B.
- Trappeautomat

## **Kraftgruppe 16A**

- Kraftstik

## **Kraftgruppe 13A**

- Motorstyring
- Motor

## **Beskyttelsesledere**

Beskyttelseslederne er identificerbare vha. deres nummerering og nummeret på jordklemmen de er placeret. Beskyttelseslederne er nummereret og koblet i denne rækkefølge:

- Nr. 1 - Gruppe 1
- Nr. 2 - Gruppe 2
- Nr. 3 - Gruppe 3
- Nr. 4 - Kraftgruppe 16A
- Nr. 5 - Kraftgruppe 13A



## Afsnit 13

### Konklusion

Ud fra denne rapport kan jeg konkludere at jeg har fået en lang række nye erfaringer og viden indenfor emner jeg ikke havde da jeg startede på dette grundforløb. Denne rapport repræsenterer en stor del af den viden jeg har erfaret fra min undervisning gennem hele grundforløbet, samt viden erfaret fra tidligere uddannelsesforløb.



# Bibliography

- [1] Rikke og Jacob Martin. Transformation, Ukendt. URL <https://sites.google.com/site/pejstruphansen/elektricitet/transformation>.
- [2] Jan Buchwald. Voltmeter / unversalinstrument, Ukendt. URL [http://www.jan-buchwald.dk/Universalinstrumentet\\_a.htm](http://www.jan-buchwald.dk/Universalinstrumentet_a.htm).
- [3] Javier Garcia. Kirchhoff's first law, Ukendt. URL <https://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=787648>.
- [4] Steve4Physics. Gce (a level) physics e11 kirchhoff's second law, Ukendt. URL [https://www.youtube.com/watch?v=fKZ\\_VydOTQk](https://www.youtube.com/watch?v=fKZ_VydOTQk).
- [5] Peter Valberg. Resitivitet (herunder forsøg), Ukendt. URL <https://fysikmedvalberg.blogspot.com/2016/11/resistivitet-herunder-forsg.html>.
- [6] El-Noter. Serieforbindelser, Ukendt. URL <http://elnoter.dk/grundlaeggende-teori/serieforbindelser/>.
- [7] El Noter. Parallelforbindelser, Ukendt. URL <http://elnoter.dk/grundlaeggende-teori/parallelforbindelser/>.
- [8] Willy McAllister. Simplifying resistor networks, Ukendt. URL <https://www.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-simplifying-resistor-networks>.
- [9] PBLTeknik. Stikkontaker og afbrydere i den fast installation, Ukendt. URL <http://www.pblteknik.dk/PBLTeknik/Elinstallationer/GDS/GDSEstikk.htm>.
- [10] Expeto. A korrespondance, Ukendt. URL <http://expeto.dk/el/a-korrespondance.php>.
- [11] Cubus. Korrespondancetænding, Ukendt. URL <http://cubus-ads1.dk/elteknik/installationer/korrespondance.php>.

- [12] dr.Godfried Willem Raes. Infrared body sensing, 2007. URL [http://logosfoundation.org/ii/infrared\\_sensing.html](http://logosfoundation.org/ii/infrared_sensing.html).
- [13] Lauritz Knudsen. Tavler, Ukendt. URL <http://www.lk.dk/katalog/systembeskrivelser/tavler>.
- [14] Sikkerhedsstyrelsen. Figurer / krav til udligningsforbindelser, Ukendt. URL <https://www.sik.dk/Global/Publikationer/Artikler/OEvrige-artikler/2003/Krav-til-udligningsforbindelser/Figurer>.
- [15] Axencrone. Dimensioneres diagram, og udregning rækkefølge, Ukendt. URL <http://www.axencrone.net/el-mappen/3/Dimensionere/Dimensioneres%20diagram.htm>.
- [16] El-Grossisten. Hager trappeautomat 30s-7min, Ukendt. URL <https://www.el-grossisten.dk/hager-trappeautomat-30s-7min.html>.
- [17] Hugo Müller. Digital weekly timer, Ukendt. URL <http://www.hugo-mueller.de/en/products/save-time/digital-time-switches/digital-weekly-timer/mueller-sc-18x0-easy-paladin-170-4x0-easy/print.html>.
- [18] Bo Krantz Simonsen. Vekselstrøm, Ukendt. URL <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/230V-veksemstroem.png>.
- [19] Searchmath. Kondensator og spoler, Ukendt. URL <https://media.studieportalen.dk/forums/files/1641756.png>.
- [20] Axencrone. Motors opbygning, Ukendt. URL <http://www.axencrone.net/el-mappen/5/Motor/Motors%20opbygning.htm>.
- [21] Cubus. Motor med stjerne-trekant start, Ukendt. URL [http://cubus-ads1.dk/elteknik/installationer/motor\\_y\\_d\\_start.php](http://cubus-ads1.dk/elteknik/installationer/motor_y_d_start.php).
- [22] Rune Zaar Østergaard. Rapport over standen. en rapport over uro-delens forløb på elektrikeruddannelsen., 2007. URL <http://docplayer.dk/120412-Rapport-over-standen-en-rapport-over-uro-delens-forloeb-paa-elektrikerud.html>.



# Ordliste

**HPFI** Højfølsom Pulserende Fejl Strøm

**RCD** Residual Current Device

**PIR** Passiv Infrarød

**DCL** Device for Connection of Luminaries

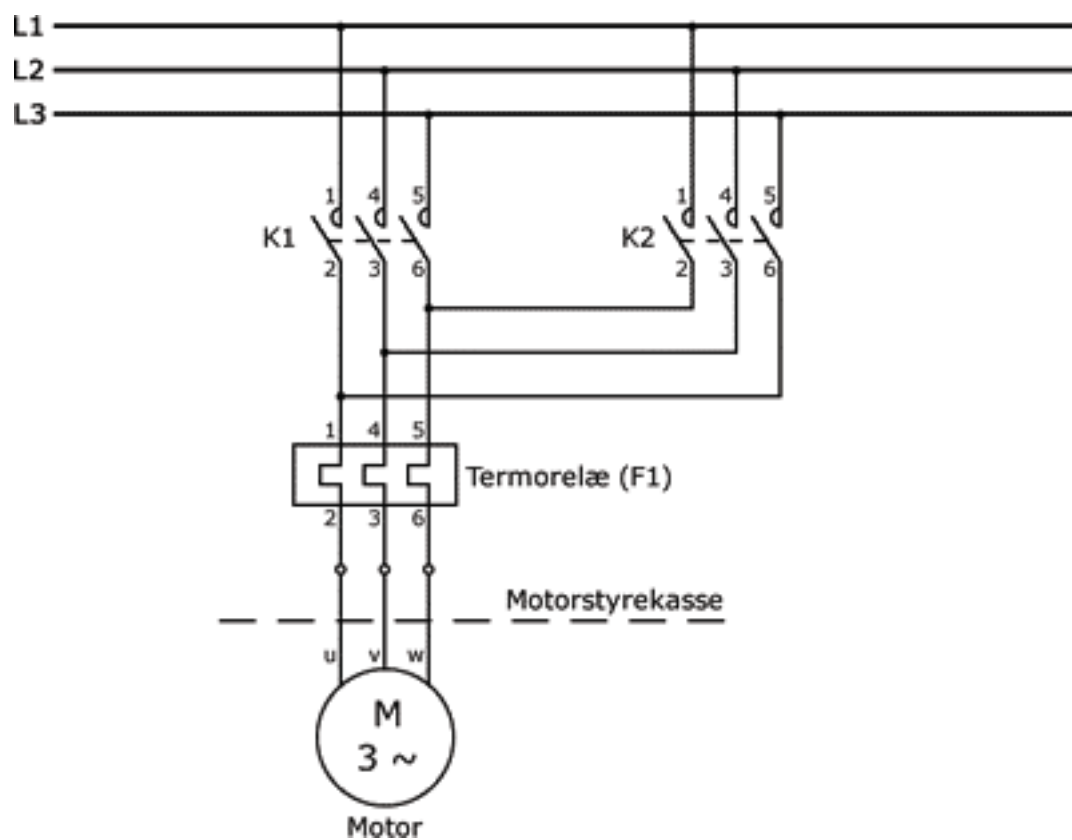
**IP** International Protection

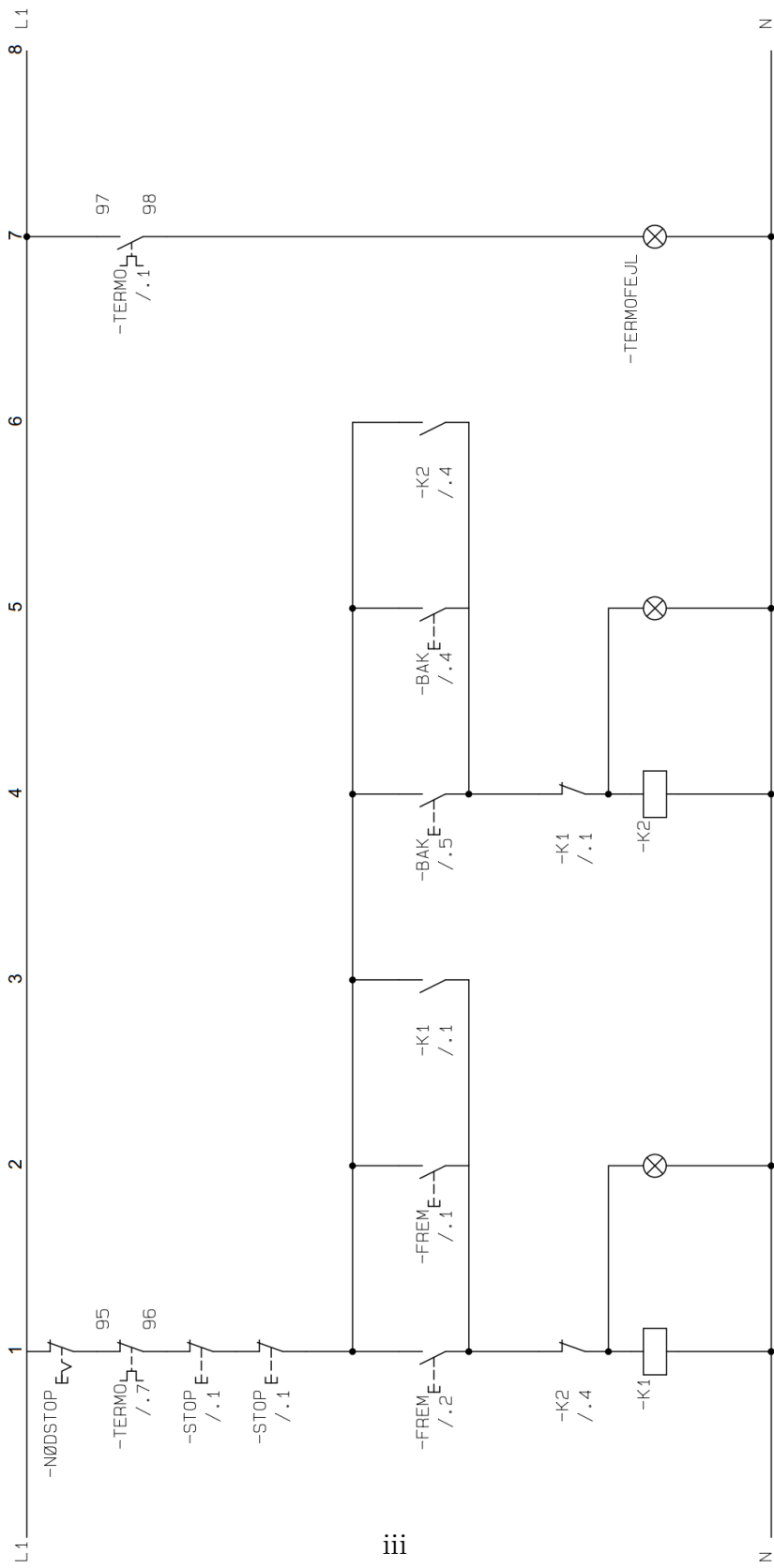
Afsnit 14

Bilag

# Bilag A

## Motorstyring





**Bilag B**

**Plantegning**

