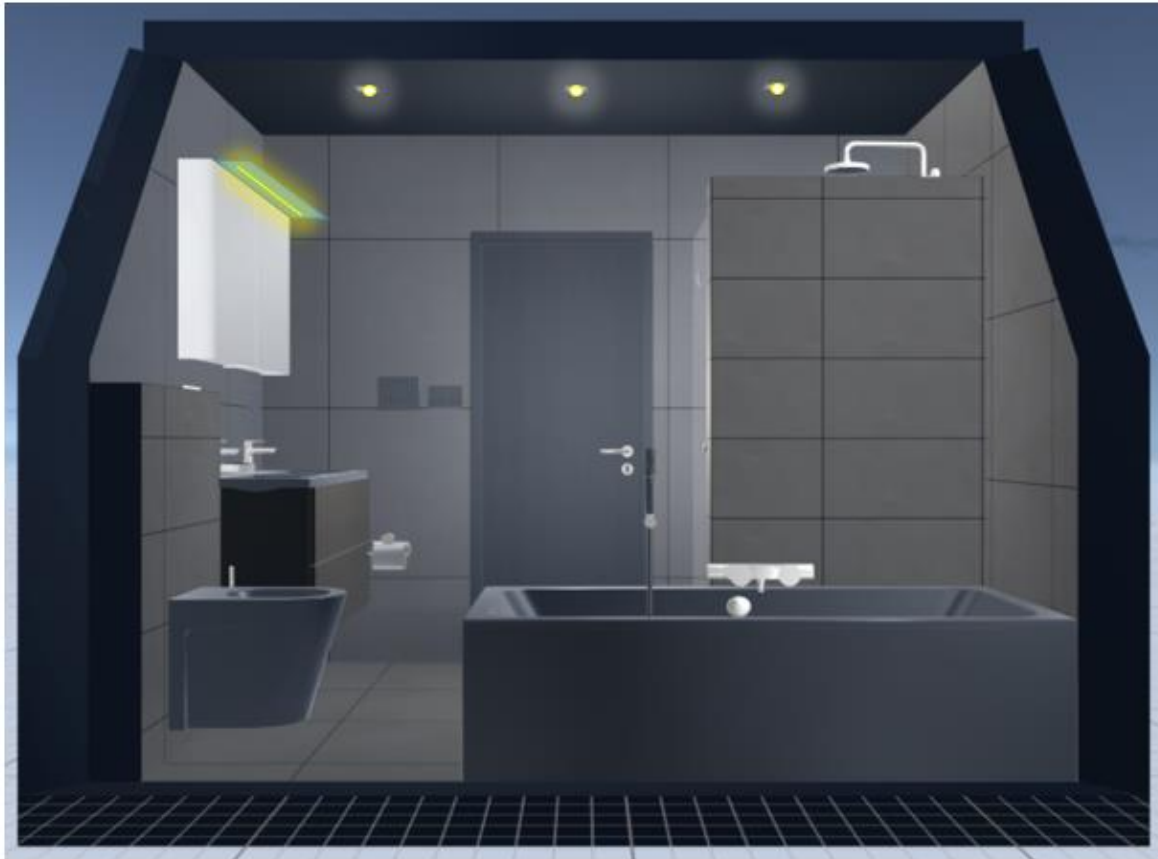


# De badkamer



Naam student	Rense Veenstra
Datum	6 mei 2021
Professionaliseringstraject PIE / Pro PIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P1 Praktijk Ontwerpen en Maken</li> <li>• P4 Installeren en Monteren</li> </ul>
Studentnummer	S1073458
Begeleidende docent(en)	Henk Spaan / Michel Greven

## Inhoudsopgave

Inleiding.....	5
1. Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer.....	6
1.1. Stroomkring.....	6
1.2. Elektrische stroom (I).....	6
1.3. Elektrische spanning (U).....	7
1.4. Elektrisch vermogen (P).....	7
1.5. Weerstand (R).....	7
1.6. Energie.....	8
1.6.1. Berekenen van Energie in Wattseconde, Joule en Kilowattuur.....	8
1.6.2. Rekenvoorbeeld.....	9
1.7. Wetten van Kirchhoff.....	9
1.7.1. Stroomwet.....	10
1.7.2. Spanningswet.....	10
1.8. Werking van de elektromagneet en relais.....	11
1.8.1. Wat is magnetisme.....	11
1.8.2. Verband tussen magnetisme en elektriciteit.....	13
1.8.3. Magnetisch veld van een spoel.....	14
1.8.4. De elektromagneet.....	16
1.8.4.1. Toepassing van een elektromagneet.....	16
1.8.5. Insteekrelais.....	17
1.8.5.1. Werking en toepassing (insteek-)relais: stuur- en hoofdstroom.....	17
2. Veiligheid, Controle en Normering NEN1010 en NEN3140.....	20
2.1. Gevaren van stroom.....	20
2.2. Laagspanningsinstallaties en veilig werken: NEN1010 en NEN3140.....	21
2.3. Wisselspanning en gelijkspanning.....	22
2.3.1. Gelijkspanning.....	22
2.3.2. Wisselspanning.....	22
2.3.3. Waarom is er onderscheid tussen wissel- en gelijkspanning?.....	23
2.3.4. Zone-indeling i.v.m. natte ruimtes.....	23
2.4. Controleren m.b.v. multimeter: Continuïteit meten.....	24
2.4.1. Stappenplan continuïteit meting.....	24
3. Elektrische installaties in de woning.....	26
3.1. Elektrotechnische schema's en tekeningen.....	26
3.1.1. Stroomkringschema.....	26

3.1.2.	Bedradingsschema.....	27
3.1.3.	Installatietekening .....	27
3.1.3.1.	Draadsymbolen .....	27
3.1.4.	Installatieschema .....	28
3.2.	Verschillende basisschakelingen .....	29
3.2.1.	Enkelpolige schakelaar .....	29
3.2.2.	Serieschakelaar .....	30
3.2.3.	Wisselschakelaar.....	31
3.2.4.	Kruisschakeling.....	33
3.2.5.	Dubbelpolige schakeling.....	34
4.	Ontwerp van de badkamer .....	37
4.1.	Stap 1: Keuze één of meerdere groepen.....	37
4.2.	Stap 2: Positionering van de gekozen componenten in werkelijke situatie .....	38
4.3.	Stap 3: Installatietekening van de bordopdracht.....	40
4.4.	Stap 4: Bedradingsschema van de bordopdracht .....	41
4.5.	Stap 5: Uitwerken en maken van de bordopdracht .....	41
4.6.	Stap 5: Controle van de werking van bordopdracht .....	44
4.7.	Stap 6: Terugkijken > zelfreflectie .....	47
4.7.1.	3 Tops.....	47
4.7.2.	3 Tips.....	47
4.7.3.	Presentatiefilm c.q. pitch .....	48
5.	Uitwerking van vmbo-opdrachten.....	49
5.1.	Inleiding vmbo-opdracht .....	49
5.2.	Tijd en beoordeling .....	49
5.3.	Vorbereiding:.....	49
5.4.	Project Badkamer met serieschakelingen .....	50
5.4.1.	Beoordeling bordopdracht .....	53
5.4.2.	Eindtoets .....	54
5.4.3.	Herhaling werken met stroomkringschema's & meten .....	57
5.4.4.	Herhaling: Opbouwen van een relaischakeling, met een overnamecontact .....	59
5.4.4.1.	Systematisch opbouw van overnamecontact.....	60
	Slot en nawoord .....	62
	Bijlage A: Elektrosymbolen .....	64
	Bijlage B: Bedradingsschema bordopdracht .....	72
	Bijlage C: Installatietekening bordopdracht .....	73

Bijlage D: Meetformulier: Werken met stroomkringschema & meten.....	74
Bijlage E: Antwoorden Werken met stroomkringschema & meten .....	76
Bronnen.....	78

## Inleiding

Voor de opleiding professionaliseringstraject PIE moet voor de module Elektrotechniek voor de onderdelen:

- P1 Praktijk ontwerpen en maken.
- P4 Installeren en monteren.

Hiertoe moet het elektra-gedeelte van een badkamer worden ontworpen. Hiervoor heb ik onze badkamer gebruikt, daar deze onlangs compleet is gerenoveerd.

Deze opdracht heb ik m.i. behoorlijk uitgebreid uitgewerkt. Mijn motivatie hierachter is dat deze gelegenheid te baat wilde nemen om mij nu eens goed in het elektrogebeuren te verdiepen. Bij mijn vorige studie 2<sup>e</sup> graads Werktuigbouwkunde is weliswaar aandacht besteed aan elektrotechniek, maar ik miste de praktische zaken rondom woninginstallaties. Daarom heb ik mij ruim de tijd genomen om theorie van de door ons gebruikte methode Elodigitaal, van Pennings tot mij te nemen. De opgedane kennis heb ik toegepast voor het ontwerp van de badkamer en het bouwen van de bordopdracht.

Indeling van het verslag:

- In de hoofdstukken 1 t/m 3 heb ik mijn verdieping in de stof uitgewerkt.
- In hoofdstuk is het ontwerp van de badkamer uitgewerkt en is het bewijs geleverd dat ik een bordopdracht heb gemaakt, in de vormen van gemaakte tekeningen, foto's en een link naar een filmpje op YouTube. Hierin zijn ook de tips en de tips genoemd.

Ik wens u veel leesplezier.

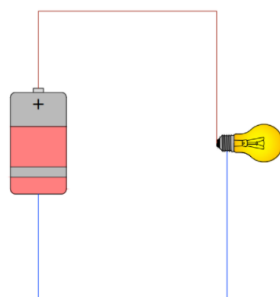
# 1. Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer

In dit hoofdstuk zijn de basisbegrippen uit de elektriciteitsleer even een rijtje gezet. De diepgang is dusdanig dat deze door een vmbo-leerling kan worden gevolgd. Alhoewel ik een werktuigbouwkundige achtergrond heb, zijn deze begrippen voor mij goed bekend, maar het gaat het er om dat je het kunt overdragen aan de leerlingen.

## 1.1. Stroomkring

Een stroomkring is een gesloten elektrisch circuit. Figuur 1 is een voorbeeld van een stroomkring. Er kan elektrische stroom van de ene kant van de batterij naar de andere kant lopen. Daarom noemen we dit een gesloten circuit. Wanneer het lampje brandt, weet je dat er elektrische stroom loopt. Er kan alleen elektrische stroom lopen als het circuit gesloten is.

Wordt het circuit onderbroken, dan zal het lampje uitgaan. Er loopt dan geen stroom!



*Figuur 1: De gesloten stroomkring in zijn eenvoudigste vorm*

## 1.2. Elektrische stroom (I)

Wanneer een elektrisch circuit gesloten is, kan er een elektrische stroom lopen.

Een elektrische stroom is een beweging van elektrische deeltjes, elektronen genaamd. De grootte van elektrische stroom wordt uitgedrukt in I en de eenheid is Ampère (A).

Elektrische stroom is alleen mogelijk als de stof waar het doorheen beweegt een geleider is.

Goede geleiders zijn:

- Koper
- Aluminium
- Zilver

Ook zijn er stoffen waar geen elektrische stroom doorheen beweegt. We noemen dit een isolator. Deze isolators zijn:

- Kunststof
- Glas
- Droog hout

Deze stoffen kunnen we dan toepassen als isolatie- en weerstandsmaterialen.

- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)

### 1.3. Elektrische spanning (U)

De kracht waarmee een elektrische stroom door een geleider wordt geduwd, heet de elektrische spanning (afgekort met U). Ook al wordt een stroomkring onderbroken blijft de elektrische spanning bestaan. De spanning heeft als eenheid Volt (V). Over de contacten van onze wandcontactdozen staat een wisselspanning van 230V. Over de polen van een AA en AAA-batterij staat een gelijkspanning van 1,5V.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

### 1.4. Elektrisch vermogen (P)

Het vermogen is de prestatie die elektriciteit levert. De grootte wordt uitgedrukt P (van Power). De eenheid van vermogen is Watt (W). Een elektrische waterkoker heeft een vermogen rond de 2000 W. Het opgenomen vermogen kun je uitrekenen als je de spanning gemeten hebt en de stroomsterkte. Deze twee waardes moet je met elkaar vermenigvuldigen om het vermogen te krijgen. Als de spanning of de stroomsterkte toeneemt, wordt het vermogen groter.

Formule:  $P = U \times I$

U = elektrische spanning

I = elektrische stroomsterkte

**Voorbeeld:** We sluiten een elektrische waterkoker aan op een wandcontactdoos in de keuken. Op het typeplaatje staat  $P = 2000 \text{ W}$ . Bereken de stroom.

**Uitwerking:** P weten we. U weten we ook, want we werken in Nederland met 230 V. Als we de formule invullen krijgen we:

$$P = U \times I,$$

$$2000 = 230 \times I$$

$$I = 2000 / 230 = 8,7 \text{ A}$$

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

### 1.5. Weerstand (R)

De elektronen kunnen niet vrij bewegen door een stof. Ze ondervinden altijd een weerstand. Van deze tegenwerking (weerstand) wordt in bepaalde gevallen ook gebruik gemaakt. Zo wekt een weerstand bijvoorbeeld warmte op als je er een elektrische stroom doorheen stuurt.

Formule:  $R = U / I$

Dit is de wet van Ohm

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

## 1.6. Energie

Alle elektrische apparaten werken op elektrische energie. Een apparaat zet elektrische energie om in een andere vorm van energie. Een lamp zet elektrische energie om in licht, maar ook in warmte. Een elektrische oven zet energie om in warmte. Hoeveel energie een apparaat verbruikt hangt af van twee dingen:

- Het vermogen van het apparaat
- De tijd dat het apparaat aan staat

Het vermogen geeft aan hoe sterk een apparaat is. Hoe groter het vermogen, hoe sterker het apparaat, maar ook hoe meer energie het kost om het apparaat te laten werken. Een Ledlamp van 1 Watt geeft lang niet zoveel licht als een ledlamp van 8 Watt. De Ledlamp van 8 Watt is dus sterker, maar hij verbruikt ook veel meer energie.

Naast het vermogen speelt ook de tijd dat het apparaat aan staat een rol. De eenheid van tijd (t) is de seconde, afgekort met de letter s.

Om de energie uit te kunnen rekenen gebruiken we de formule:

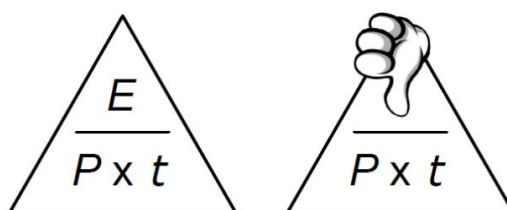
Energie = Vermogen x Tijd, ofwel  $E = P \times t$

We moeten dus het vermogen (P) dat meestal op het typeplaatje staat vermenigvuldigen met de tijd (t) dat het apparaat aan staat.

- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)

### 1.6.1. Berekenen van Energie in Wattseconde, Joule en Kilowattuur

Als we dus het vermogen en de tijd dat het apparaat aan staat weten, dan kunnen we de opgenomen energie berekenen. Daarvoor kan een geheugensteuntje gebruikt worden, die volgens figuur 2 getekend wordt, met bovenin de energie. De energie wordt afgekort met de letter E. Onderin staat vermogen x tijd, ofwel  $P \times t$ .



Figuur 2 Geheugensteuntje Vermogen berekenen

Bij het berekenen van de opgenomen energie, moet een vinger op de E van energie gehouden worden. De som die uitgerekend moet worden blijft nu staan.

Als op een typeplaatje van een apparaat een vermogen van 500 Watt staat en deze staat 10 seconden aan, dan heeft de verbruiker een energie opgenomen van  $P \times t = 500 \text{ W} \times 10 \text{ s} = 5000 \text{ Ws}$ . Ws is de eenheid en staat voor Watt x seconde.

De eenheid Ws wordt niet veel gebruikt. In plaats van Ws wordt de eenheid Joule (J) gebruikt. 500 Wattseconde is hetzelfde als 500 Joule.



Energiebedrijven rekenen met kWh, dat staat voor Kilowattuur. Een kilowatt is 1000 Watt en een uur is 3600 seconden.

1 kWh aan energie verbruik je dus als je een apparaat van 1 kW aan zet voor een tijdsduur van 1 uur.

1kWh = 1 kilowatt x 1 uur = 1000 Watt x 3600 seconden = 1000 W x 3600 s = 3.600.000 Ws = 3.600.000 J

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

## 1.6.2. Rekenvoorbeeld

Gebruik de driehoek: Wat er overblijft moet je uitrekenen. In dit geval dus  $P \times t$ .

Het vermogen van een apparaat is 1200 W. We zetten het apparaat aan voor een tijdsduur van een 1800 seconden.

We doen dan  $P \times t = 1200 \text{ W} \times 1800 \text{ s} = 2.160.000 \text{ Ws}$  of  $2.160.000 \text{ J}$ .

Als we de energie uit moeten rekenen in kWh, dan kunnen we het beste voordat we vermenigvuldigen de getallen al omrekenen.

1200 W wordt dan 1,2 kW, omdat we moeten delen door 1000.

1800 s wordt dan 0,5 uur, omdat we 1800 moeten delen door 60 om op minuten uit te komen en daarna nog een keer moeten delen door 60 delen om op uren uit te komen.

$E = P \times t = 1,2 \text{ kW} \times 0,5 \text{ u} = 0,6 \text{ kWh}$ . De reden dat energiebedrijven werk met kWh is dat de getallen veel kleiner en dus handzamer zijn.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

## 1.7. Wetten van Kirchhoff

Voor de goede orde: de wetten van Kirchhoff, hoe belangrijk ook, nog niet op het vmbo gedoceerd. Ik ga derhalve hierop ingaan, daar dit m.i. voldoende aan de orde is gekomen bij het maken van de huiswerkopgaven van de eerste vijf hoofdstukken van het boek Elektrotechniek voor werktuigbouwkundigen. Hierna volgt een korte uiteenzetting van de Kirchhoffwetten, om mijn opgedane kennis te illustreren:

Een elektrisch circuit bestaat uit met elkaar verbonden componenten, zoals weerstanden, condensatoren en spoelen. Ingewikkelde of omvangrijke elektrische circuits zijn elektrische netwerken. In de netwerktheorie analyseren wij elektrische circuits. Twee fundamentele wetten in de netwerktheorie zijn de stroomwet en de spanningswet van Kirchhoff.

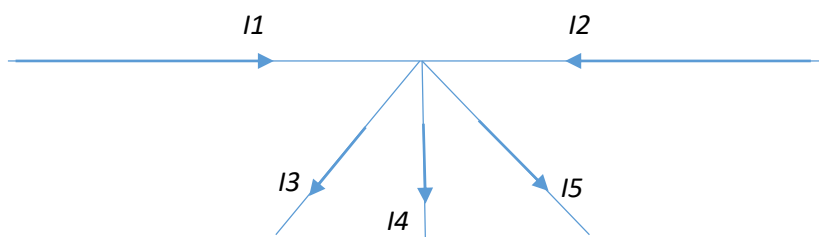
- Bron: Elektrotechniek voor werktuigbouwkundigen en andere technici; Rieuwke van Hoek, Leo Scheltinga; 5<sup>e</sup> druk 2015

### 1.7.1. Stroomwet

De algebraïsche som van de stromen in een knooppunt is nul.

$$\sum I = 0$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$



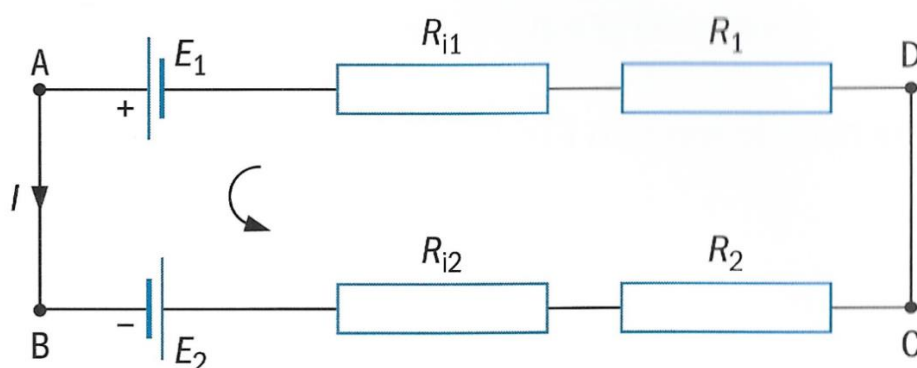
- Naar het knooppunt toe is positief (I1 en I2).
- Van het knooppunt af is negatief (I3, I4 en I5)

### 1.7.2. Spanningswet

In een gesloten elektrisch circuit met 1 of meerdere spanningsbronnen en weerstanden geldt altijd:

De algebraïsche som van de spanningsbronnen is gelijk aan de algebraïsche som van de spanning over de weerstanden.

$$\sum E = \sum I \cdot R$$



$$E_1 + E_2 - I \cdot R_{12} - I \cdot R_2 - I \cdot R_{11} - I \cdot R_1 = 0$$

$$E_1 + E_2 = I \cdot (R_{12} + R_2 + R_{11} + R_1)$$

- Bron: Elektrotechniek voor werktuigbouwkundigen en andere technici; Rieuwke van Hoek, Leo Scheltinga; 5<sup>e</sup> druk 2015

## 1.8. Werking van de elektromagneet en relais

Om inzicht te krijgen hoe een elektromagneet en een relais werkt, worden eerst een aantal basisprincipes op een rijtje gezet. Voor een docent is het van belang dit goed voor ogen te houden, zodat hij/zij dit op begrijpelijke wijze aan de leerlingen kan uitleggen.

### 1.8.1. Wat is magnetisme

#### De magneet

Magneten worden gemaakt uit metaallegeringen. Een legering is een mengsel van verschillende metalen. Dit kan bijvoorbeeld ijzer of aluminium zijn. Aan deze stof wordt dan een beetje van een andere stof toegevoegd.

Magneten, ook wel permanente magneten genoemd, zijn van zichzelf magnetisch. Ze trekken andere magneten aan of stoten andere magneten juist af. Ook trekken ze andere metalen aan die van zichzelf niet magnetisch zijn.

De deeltjes van het materiaal van een magneet zijn allemaal kleine magneetjes. In een niet magnetisch stuk metaal staan de deeltjes alle kanten op gericht. Bij een magnetisch materiaal staan de deeltjes juist allemaal dezelfde kant op. Zo versterken ze elkaar en krijg je een magneet.

#### Magneetpolen

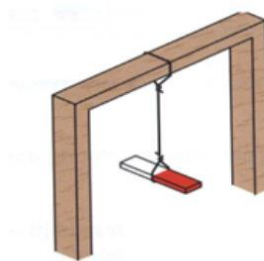
Onze aardbol is ook een grote magneet. In de aarde zitten namelijk veel ijzerdeeltjes. De aantrekkingskracht op ijzer is in de buurt van de Noordpool en de Zuidpool het grootst.

Als we een staafmagneet aan een touwtje hangen, dan draait de staafmagneet met de uiteindes naar de Noordpool en de Zuidpool. Daarom heten de uiteindes van een magneet noord en zuid.

Noord en zuid van de staafmagneet zijn de magneetpolen. De aantrekkingskracht is op de magneetpolen het grootst. We herkennen noord en zuid als volgt:

- Noord: met de letter N van North, de kleur is rood
- Zuid: met de letter S van South, de kleur is groen, blauw of grijs

Als je een noordpool van de ene magneet naar de zuidpool van een andere magneet beweegt dan trekken deze elkaar aan. Als je de noordpolen van twee verschillende magneten naar elkaar toe beweegt, dan zullen ze elkaar afstoten.



*Figuur 3 Vrij opgehangen magneet draait naar het noorden*

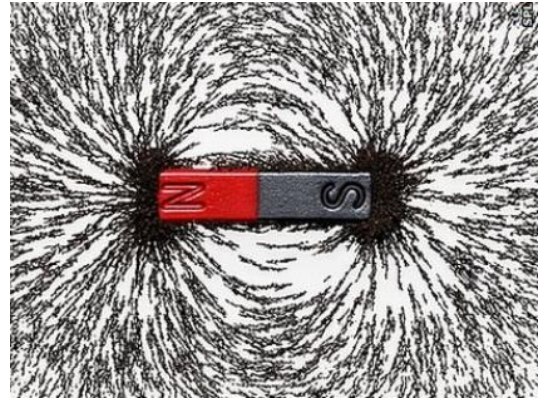


*Figuur 4 N en S op een staafmagneet*

## Magnetisch veld

De magnetische werking is niet alleen bij de magneetpolen aanwezig. Met ijzervijlsel kan in kaart gebracht worden waar de magneet allemaal magnetische werking heeft. Het gebied waar de magneet aantrekkingskracht heeft noemen we het magnetisch veld.

Te zien is dat het magnetisch veld bestaat uit allemaal lijnen die van de ene pool naar de andere pool lopen. We noemen dat de veldlijnen.

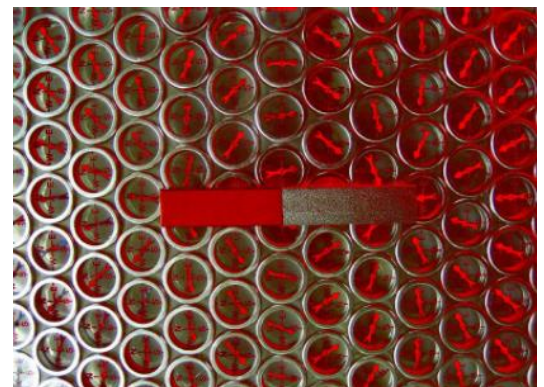


Figuur 5 Stalvijsel geeft het magnetisch veld aan

## Magnetische veldlijnen

Als in het magnetische veld van een staafmagneet een heel klein magneetje (kompasnaald) geplaatst wordt, dan zal dat kleine magneetje draaien. De noordpool van het kleine magneetje zal naar de zuidpool van de staafmagneet wijzen. Zo kun men kijken in welke richting de staafmagneet op dat punt materialen aantrekt.

We kunnen het kompasnaaldje steeds een klein beetje verplaatsen, om zo de veldlijnen ook in kaart brengen. We zien de veldlijnen vanaf de noordpool naar de zuidpool van de staafmagneet lopen.



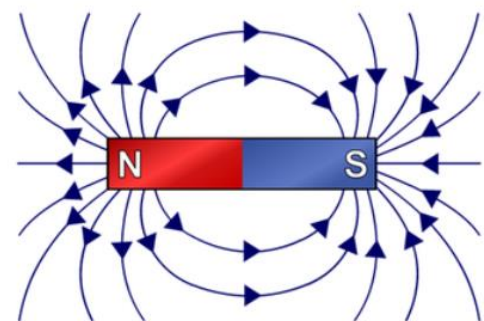
Figuur 6 Richting van het veld zichtbaar gemaakt met kompasnaaldjes

Belangrijke zaken om te onthouden zijn:

- Veldlijnen lopen buiten de staafmagneet van noordpool naar zuidpool
- Veldlijnen lopen binnen de staafmagneet van zuidpool naar noordpool
- Hoe dichter de veldlijnen op elkaar staan, hoe sterker het veld daar is

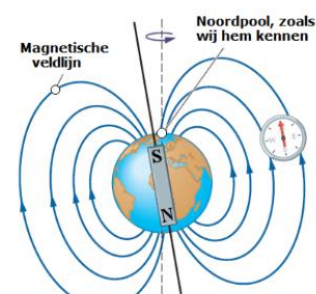
## Aarde

We wisten al dat de aarde ook een magneet is. Kijk maar eens goed hoe die magneet “in” de aarde zit en hoe de magnetische veldlijnen lopen. Nu is meteen duidelijk waarom de noordpool van de kompasnaald naar het Noorden van de aarde wijst.



Figuur 7 Magnetische veldlijnen getekend

Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))



Figuur 8 Het magnetisch veld van de aarde

## 1.8.2. Verband tussen magnetisme en elektriciteit

Het magnetisch kompas bestaat uit een (permanente) magneet die vrij kan draaien. De magneet, ook wel kompasnaald genoemd, wordt normaal gesproken aangetrokken door het magnetisch veld van de aarde. De kompasnaald draait met 1 punt naar het Noorden en het andere punt naar het Zuiden. Als er een sterker magnetisch veld in de buurt is, dan kan de kompasnaald gaan draaien.

In 1820 ontdekte de Deense natuurkundige Ørsted het verband tussen magnetisme en elektriciteit. Hij zag dat een kompasnaald draaide toen er een grote stroom door een draad in de buurt vloeide. Toen hij de stroomvoorziening weer uitschakelde zag hij de kompasnaald weer terugdraaien.

### Magnetisch veld bij een stroomdraad

Als men door een stroomdraad een (flinke) stroom laat vloeien, dan ontstaat er een magnetisch veld om de stroomdraad heen. Het magnetisch veld is zichtbaar te maken met ijzervijlsel. Met kompasnaaldjes kan het ook.

Meteen is dan te zien in welke richting de magnetische veldlijnen lopen.

Het magnetisch veld van een draad waar stroom doorheen vloeit is cirkelvormig. Om de tekeningen beter te begrijpen is het belangrijk dat je de afkorting van de grootheden kent:

- $I$  = Elektrische stroom
- $B$  = Magnetisch veld

Een draad waar stroom doorheen vloeit veroorzaakt een magnetisch veld. De sterkte van dit veld is afhankelijk van de stroomsterkte in de geleider. Als de stroomsterkte groter wordt, dan wordt het magnetisch veld sterker.

De richting waarin de kompasnaald draait hangt af van de richting van de stroom in de draad.



*Figuur 9 Magneetveld van een stroomdraad*



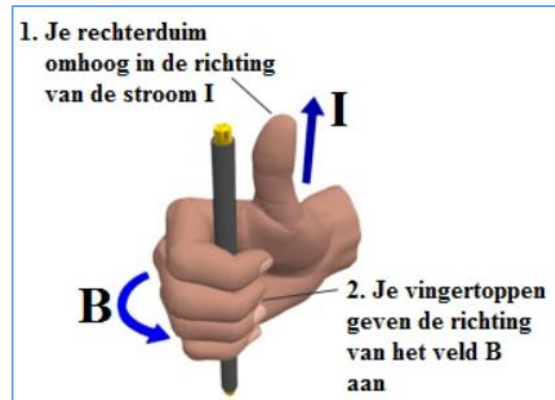
*Figuur 10 Richting van het veld*



## Rechterhand-regel

Als bekend is in welke richting de stroom [I] door de koperdraad vloeit, dan kan de rechterhand-regel toegepast worden

1. Grijp met de vingers om de draad heen. Zo dat de duim in de richting van de stroom [I] wijst.
2. De andere vingers geven de richting van het magnetisch veld [B] aan.



Figuur 11 De rechterhandregel

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

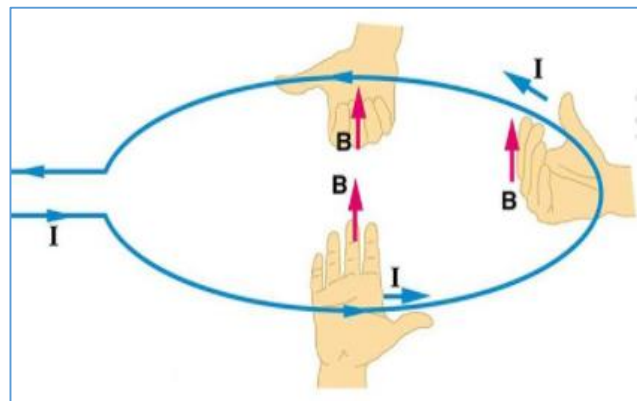
## 1.8.3. Magnetisch veld van een spoel

### Magnetisch veld bij een wikkeling

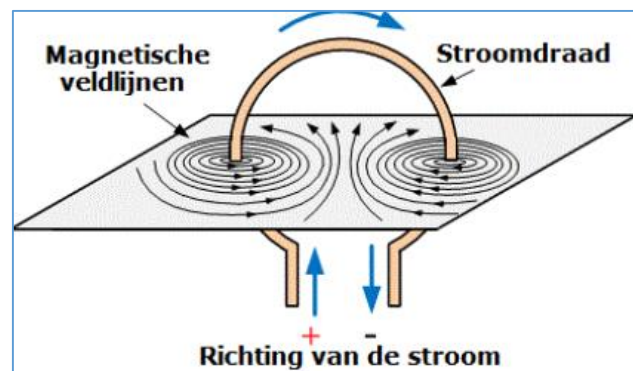
Als een stroomdraad 1x rond een staaf wordt gewikkeld, dan krijg men een wikkeling. Als door een wikkeling een stroom gaat vloeien, ontstaat ook een magnetisch veld. Met het magnetisch veld van een wikkeling is iets bijzonders aan de hand.

Pas de rechterhand-regel maar eens toe op verschillende stukje van de gewikkelde draad. Onthoud dan wel in welke richting het magnetisch veld loopt. Te zien is dat de magnetische veldlijnen aan de binnenkant van de wikkeling allemaal dezelfde richting op wijzen.

Binnen in de wikkeling hebben de magnetische veldlijnen allemaal dezelfde richting. Daarnaast liggen de magnetische veldlijnen aan de binnenkant dicht bij elkaar, waardoor een sterk magnetisch veld ontstaat.



Figuur 12 rechterhandregel bij een wikkeling



Figuur 13 Magnetische veldlijnen bij een wikkeling

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)

## Spoelen

Als een koperdraad heel vaak rond een staaf wordt gewikkeld, ontstaat een spoel. Spoelen zijn er in veel verschillende groottes. Ook de vorm kan per spoel heel erg verschillen. Zo kan een spoel ook rechthoekige wikkelingen hebben.

Het lijkt alsof de spoel van gewoon koperdraad gemaakt wordt. Maar dat is niet zo. Om de koperdraad zit een doorzichtig laagje isolatie. Hierdoor vloeit de stroom door heel de draad heen. Als het laagje isolatie er niet omheen had gezeten dan zou de spoel één geheel zijn. De + zit dan direct aan de – en je hebt dan een kortsluiting.



*Figuur 14 Een koperspoel*

## Toepassingen van spoelen

Spoelen worden in veel apparaten gebruikt. Zo zitten er spoelen in elektromotoren, in veel audioapparatuur, maar ook in transformatoren.

Transformatoren worden gebruikt om de spanning te veranderen. Een voorbeeld is de practicum opstelling. Daar wordt een spanning van 230V getransformeerd naar 24V, of zelfs 12V.

Een andere belangrijke toepassing is de elektromagneet.



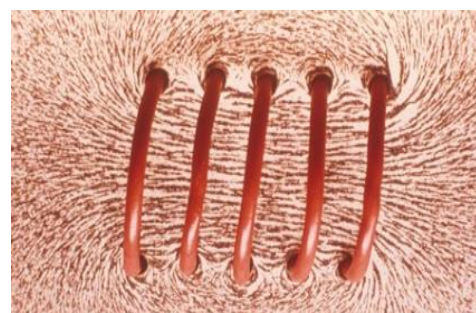
*Figuur 15 Elektromagneet om staal uit afval te scheiden*

## Magnetisme in een spoel

Een spoel bestaat dus uit meerdere wikkelingen. In elke wikkeling ontstaat een magnetisch veld. De magnetische velden van de wikkelingen maken een groot magnetisch veld.

De magnetische veldlijnen in de spoel lopen zo goed als evenwijdig aan elkaar. Hierdoor ontstaan aan de uiteindes van de spoel een noordpool en een zuidpool.

Met kompasnaalden kun je de richting van de magnetische veldlijnen in kaart brengen.



*Figuur 16 Magnetisch veld van een spoel*

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

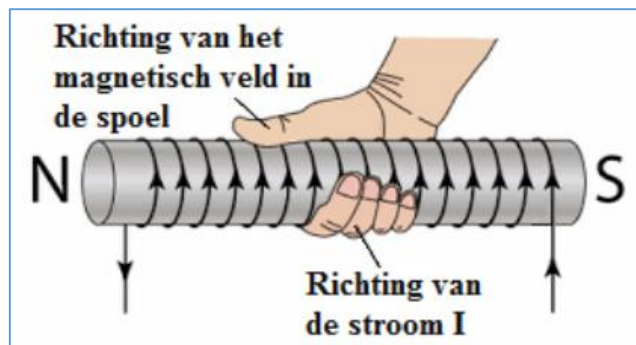
## Rechterhand-regel

Je kunt de noordpool en de zuidpool van een spoel ook zonder kompasnaalden bepalen. Om de noordpool en de zuidpool te bepalen moet je weer gebruik maken van je rechterhand.

Sla je vingers om de spoel en zorg dat je vingertoppen in de richting van de stroom [I] wijzen.

Je duim geeft de richting van de magnetische veldlijnen aan.

In een magneet lopen de veldlijnen van zuid naar noord. Je duim wijst dus naar de noordpool van de spoel.



Figuur 17 Magnetisch veld van een spoel

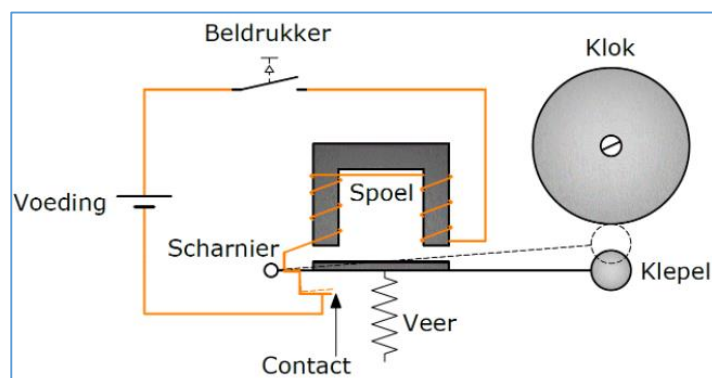
## 1.8.4. De elektromagneet

In de vorige paragrafen hebben we kennis kunnen nemen van de natuurkundige principes waarop de werking van elektromagneten is gebaseerd.

### 1.8.4.1. Toepassing van een elektromagneet

Wat men vaak zich niet realiseert is dat in de deurbel ook een elektromagneet toegepast. De elektromagneet trekt een klepel aan die tegen de klok slaat. Het slaan van de klepel tegen de klok maakt geluid.

De stroomkring wordt tijdens het aantrekken van de klepel onderbroken. Dit gebeurt bij het contact. Hierdoor valt het magnetisme weg en veert de klepel terug. De stroomkring is daarna weer gesloten en de spoel wordt weer magnetisch. Dit blijft zich zo herhalen, totdat de beldrukker (= de schakelaar) loslaat.



Figuur 18 Principewerking van de deurbel

- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)



## 1.8.5. Insteekrelais

Een ander voorbeeld waar een elektromagneet in gebruikt wordt is een insteekrelais. Een relais is een door een elektromagneet bediende schakelaar die één of meerdere contacten kan openen of sluiten. Met een insteekrelais kun je besturingen maken voor bijvoorbeeld verlichting en koeling.

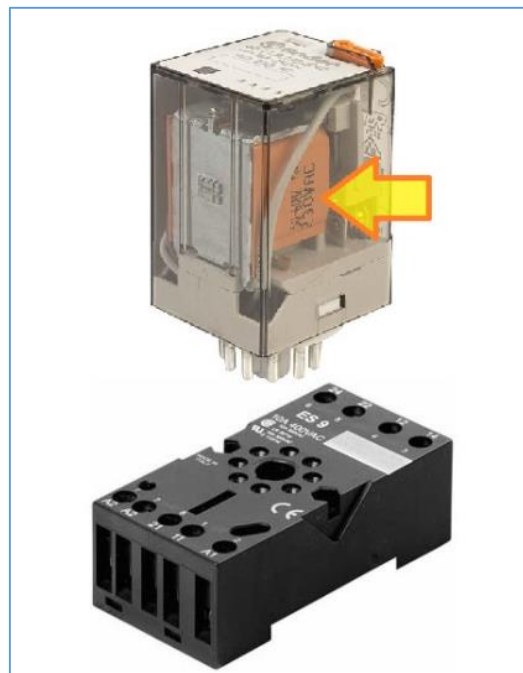
Het is belangrijk om de spoel van de insteekrelais op de juiste spanning aan te sluiten. De spoelspanning wordt vaak aangegeven met de afkorting **Us**.

De spoelspanning van een insteekrelais zie je vaak op de zijkant van de spoel staan. In dit geval is dat 230VAC. Dat betekent een spanning (U) van 230 V. De letters AC geven aan dat het een spoel voor wisselspanning is. AC staat voor Alternating Current.

Als er DC (van Direct Current) op het relais staat, dan is het gelijkspanning.

Een insteekrelais wordt in een in een relaisvoet.

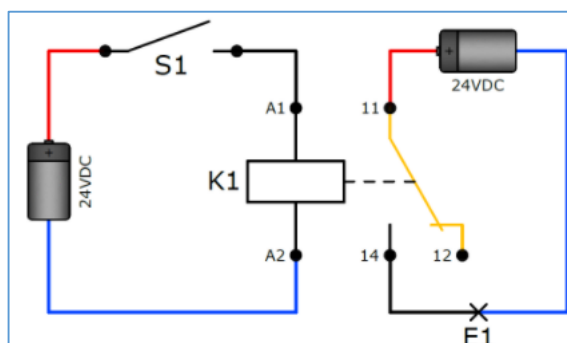
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))



Figuur 19 Relaisvoet met insteekrelais

### 1.8.5.1. Werking en toepassing (insteek-)relais: stuur- en hoofdstroom

De toepassing van een relais is om met een stuurstroom een hogere spanning (de hoofdstroom) te kunnen schakelen. Dit wordt bewerkstelligd door gebruik te maken van dus twee stroomkringen.



Figuur 20 Twee Stroomkringen

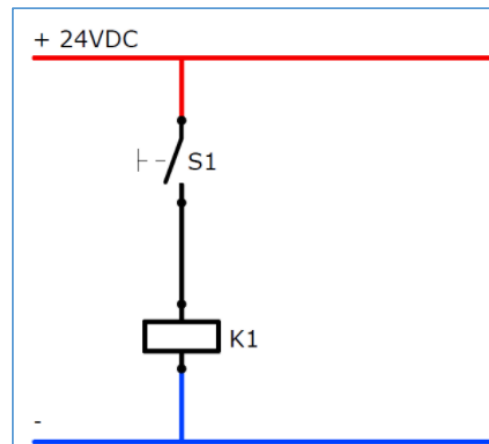
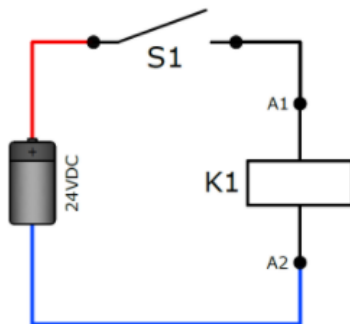
## De stuurstroom

We gaan eerst kijken naar de stroomkring waar de spoel van het relais in zit.

Schakelaar S1 is een schakelaar, zoals bijvoorbeeld in een woning. Deze kan omgezet worden. In rust is de schakelaar "open" en is de stroomkring onderbroken.

Als de schakelaar wordt bediend, dan gaat er een stroom lopen en wordt de spoel magnetisch.

Met de schakelaar bestuur je dus het relais, vandaar stuurstroom.



Figuur 21 Stuurstroom

## De hoofdstroom

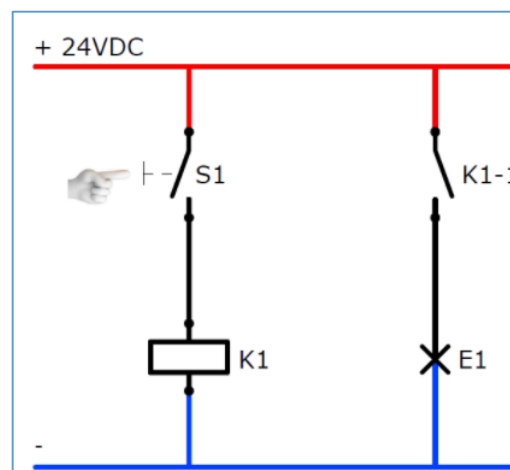
De stroomkring die de lamp van energie voorziet, wordt de hoofdstroom genoemd.

In de hoofdstroom zie is het contact K1-1 te zien. Omdat er K1 bij het contact staat is het bekend dat het een contact is van relais K1. Achter K1 staat -1, dit betekent dat het contact 1 is. Vaak zitten er meerdere contacten op een relais en dan is er bijvoorbeeld ook contact K1-2 en K1-3.

Er wordt geen gestreepte lijn meer getekend tussen de spoel en het contact. Dit maakt het schema alleen maar onduidelijk.

Als de spoel magnetisch wordt, dan wordt contact K1-1 omgeschakeld.

In het "open" stroomkringschema zie je een maakcontact. In rust is dit contact "open". We moeten dus de aansluitpunten 11 en 14 gebruiken van een wisselcontact.

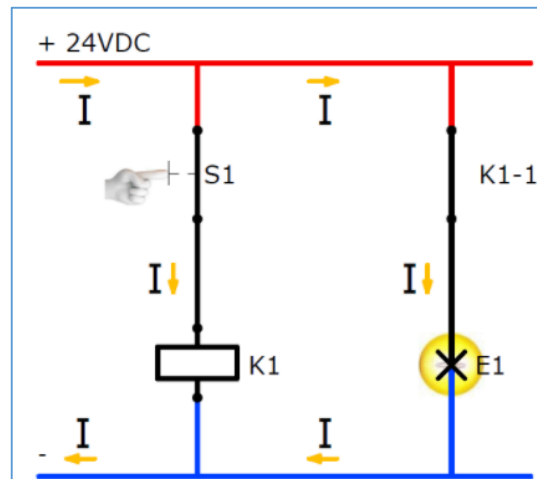


Figuur 22 Hoofdstroom

## Het complete schema

Het complete "open" stroomkringschema ziet er als volgt uit:

- Aan de bovenkant van het schema zie je de + draad. Boven de draad staat ook de spanningsnotatie. In dit geval +24VDC.
- Aan de onderkant van het schema zie je de - draad
- De linkse stroomkring is de stuurstroom. Door het bedienen van S1 wordt de spoel magnetisch.
- De rechtse stroomkring is de hoofdstroom. De stroomkring levert energie voor de verbruiker E1.



Figuur 23 Stroomkringschema relais

- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)

## 2. Veiligheid, Controle en Normering NEN1010 en NEN3140

Uiteengezet is aantal zaken m.b.t. veiligheid en veilig werken. Belangrijk is dat hierin de normen NEN1010 en NEN3140 worden nageleefd bij het bouwen van elektrische installaties en het is daarom van groot belang dat de vakman elektricien hiervan voldoende kennis heeft.

### 2.1. Gevaren van stroom

Elektriciteit is altijd een gevaar dat op de loer ligt. Ook al is er geen direct contact, dan kan men door een lichte schok waarvan men schrikt bijvoorbeeld van een trapje vallen. Zo is het bijvoorbeeld een misverstand dat alleen direct contact met elektriciteit gevaarlijk is. Bij hoogspanning (meer dan 1000 volt) is te dicht naderen van een geleider al heel gevaarlijk.

Gewone stroom, maar ook statische elektriciteit die bijvoorbeeld ontstaat bij laden en lossen van vloeistoffen, kunnen brand en explosies veroorzaken. Met persoonlijke risico's van zware verwondingen, blijvende schade of overlijden. Statische elektriciteit ontstaat door de wrijving van stoffen of vloeistoffen. Dit gebeurt al als er een vloeistof langs een buiswand stroomt. Of als er stof door een stofzuigerslang naar binnen wordt gezogen.

Het krijgen van stroom kan dodelijk zijn. Bij tien tot twintig milliampère kan al spierverkramping optreden die hartproblemen of zelfs een hartstilstand tot gevolg heeft.

Of de stroom die door het menselijk lichaam gaat dodelijk is hangt van een aantal punten af:

- Lichaamsgewicht
  - Conditie en geslacht degenen die stroom krijgt
  - Is het wissel- of gelijkstroom
  - De grootte van de spanning
  - De grootte van de stroom
  - De tijdsduur van de schok
  - De route door het lichaam
  - Klimaat (vocht geleidt beter)
  - De grootte van het aanrakingsoppervlak
- 
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

## 2.2. Laagspanningsinstallaties en veilig werken: NEN1010 en NEN3140

Voor het werken aan elektrische installaties gelden afspraken waaraan men moet houden. Deze afspraken zijn vastgelegd in normen. De normen zijn er om goede installaties te maken die op een veilige manier aan gelegd worden. De normen in Nederland worden NEN-normen genoemd. NEN staat voor Nederlandse Norm.

NEN is ook de naam van de partij die de normen maakt. In de elektrotechniek zijn 2 normen heel belangrijk:

- NEN 3140 is de norm voor het veilig werken aan en met elektrotechnische laagspanningsinstallaties in woningen, gebouwen en infrastructuur.
- NEN 1010 is de norm voor elektrotechnische laagspanningsinstallaties in woningen, gebouwen en infrastructuur.

De meeste ongelukken met elektrische installaties gebeuren:

- Door het werken met ondeugdelijk materiaal.
- Werken zonder de juiste opleiding of voldoende ervaring en kennis.
- Even snel iets doen, zonder persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken.



Figuur 25 Waarschuwborden



Figuur 24 Goedkeurstickers NEN 3140

Tips voor veilig werken met elektriciteit:

- Haal bij het werken aan installaties de spanning eraf
- Zorg dat medewerkers goed zijn opgeleid
- Werk alleen met dubbel geïsoleerd gereedschap
- Isolatie moet altijd goed zijn
- Vervang meteen defecte isolatie
- Goede afscherming van schakel- en stoppenkasten
- Pas zoveel mogelijk lage spanning toe
- Weet dat het smeltpatroon de zwakste schakel in de stroomketen is
- Plaats het afschermdeksel altijd meteen terug
- Zorg voor een goede veiligheidsaarding
- Hoe hoger de spanning, des te groter de afstand tussen lichaam en geleider moet zijn

**Wisselspanningen tot 50 volt** en **gelijkspanningen tot 120 V** zijn relatief veilige spanningen. Deze "extra lage spanning" (ELV) wordt als aanraakveilig beschouwd. In dit bereik gelden mildere veiligheidseisen.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

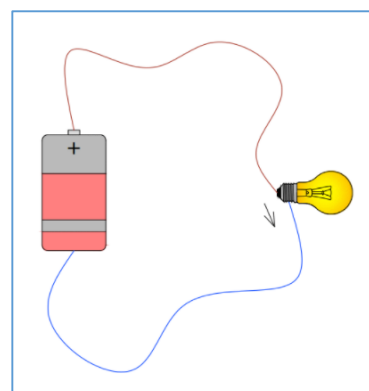
## 2.3. Wisselspanning en gelijkspanning

Zoals hierboven is te lezen maken we onderscheid tussen gelijkspanning en wisselspanning. Wat is nu eigenlijk gelijkspanning en wisselspanning? En waar kom ik die tegen?

### 2.3.1. Gelijkspanning

Een batterij en een accu zijn voorbeelden van voedingsbronnen die werken met gelijkspanning. Gelijkspanningsbronnen hebben een plus (+) contact en een min (-) contact. Als je op de spanningsbron een stroomkring aansluit dan gaat er een gelijkstroom lopen. Er is ooit afgesproken dat de stroom van + naar - loopt. De stroom loopt maar in 1 richting door de stroomkring!

Bij gelijkspanning spreken we dus over een plus en min draad. Om het verschil tussen gelijk- en wisselspanning duidelijk te maken gebruiken we hier als voorbeeld een batterij. Op een batterij staat altijd duidelijk aangegeven wat de pluspool en wat de minpool van de batterij is. De plus draad is vaak rood van kleur en de min draad vaak blauw. In apparaten staat ook altijd aangegeven hoe de batterij erin geplaatst moet worden.

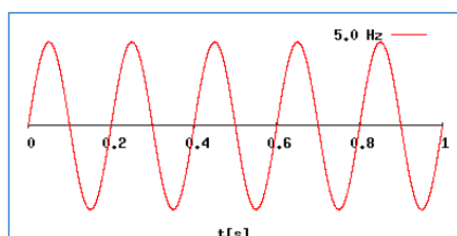
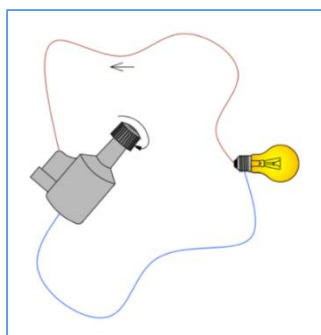


### 2.3.2. Wisselspanning

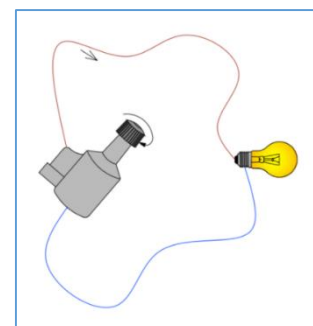
Ons lichtnet maakt gebruik van een wisselspanning. Over de contacten van onze wandcontactdozen staat een 230V wisselspanning. De wisselspanning ontstaat door de manier van opwekken in de elektriciteitscentrale. Een dynamo geeft ook een wisselspanning.

Als je op een wisselspanningsbron een stroomkring aansluit dan gaat er een wisselstroom lopen. Dit houdt in dat de stroom van richting verandert. Het aantal keer dat de stroom van richting verandert per seconde noemen de frequentie. Ons lichtnet verandert 50 x per seconde van richting. De frequentie van ons lichtnet is 50 Hz.

De draden bij wisselspanning krijgen andere namen en kleuren. Bij een wisselspanning spreken we dus niet over een vaste plus of min draad, maar over een fase en een nuldraad.



Figuur 26 Bij harder fietsen neemt de frequentie toe en bij langzamer fietsen af



- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))



## 2.4. Controleren m.b.v. multimeter: Continuïteit meten

De continuïteitmeting geeft aan of er een elektrische verbinding is of niet. De test laat dus eigenlijk een klein stroompje lopen. Als de stroom door de twee meetsnoeren terug in de multimeter komt, dan gaat er een pieptoon af.

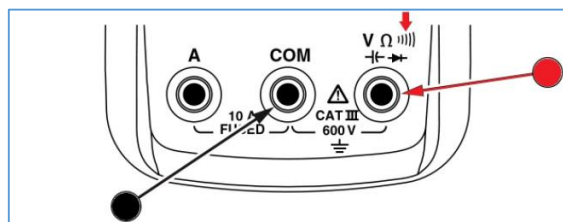
De continuïteitmeting werkt erg handig. Zo kan men bijvoorbeeld:

- Controleren of een schakelaar goed is.
- Kijken op welke manier een schakelaar schakelt.
- Controleren of een zekering nog heel is.
- Kijken of onderdelen met elkaar verbonden zijn.
- De werking van een installatie die je gemaakt hebt controleren, voordat je gaat testen.
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

### 2.4.1. Stappenplan continuïteit meting

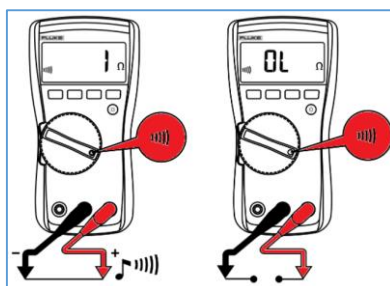
De continuïteit meting doe je als volgt:

1. Kies meetfunctie
2. Kies de continuïteit test op de multimeter.
  - Meetsnoeren aansluiten
  - Sluit de zwarte meetsnoer aan op de COM-aansluitbus.
  - Sluit de rode meetsnoer aan op de V- $\Omega$ -aansluitbus. Daar zie je ook het ))) teken van de continuïteit meting.



Figuur 27 Aansluitbussen voor continuïteit meting

3. Spanningsloos maken
  - Maak de stroomkring waarin gemeten moet worden spanningsloos. Schakel de voedingsbron dus uit en zorg dat deze niet ingeschakeld kan worden door anderen.
4. Meten



Figuur 28 Uitvoeren van de continuïteit meting



Als er een elektrische verbinding is tussen de 2 meetpennen, dan geeft de multimeter een piepton. Daarom wordt de continuïteit test ook wel doorpiepen genoemd. Tegelijkertijd geeft de multimeter ook de weerstandswaarde weer. Als je de weerstand nauwkeurig wilt meten moet je een weerstandsmeting doen!

Als je géén piepton hoort, dan is er géén elektrische verbinding. Dat kan komen doordat:

- Een schakelaar open staat.
  - Een zekering kapot is.
  - Een verbinding losgegaan is.
  - Een draad gebroken is.
- 
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem(elodigitaal.nl))

## 3. Elektrische installaties in de woning

In de woning worden verschillende schakeling toegepast die in verschillende tekeningsoorten en schema's uitgedrukt worden, waarvan in de navolgende paragrafen aandacht wordt besteed. Daarna wordt kort ingegaan welke soorten basisschakelingen worden toegepast in woningen.

### 3.1. Elektrotechnische schema's en tekeningen

In de elektrotechniek wordt gebruik gemaakt van verschillende schema's en tekeningen. Ze hebben een andere naam en een andere functie. Op een tekening kun je precies aflezen waar onderdelen moeten komen. Er staan maten op. De tekening is dan ook vaak op schaal afgedrukt. Een schema probeert je iets duidelijk te maken. Hoe een stroom loopt of hoe een onderdeel aangesloten moet worden. Het mag duidelijk zijn dat het niet belangrijk is om maten aan te geven op een schema.

Er zijn een heleboel regels en afspraken waar je je aan moet houden als je een tekening of een schema maakt. Later komen we hierop terug.

De verschillende schema's en tekeningen zijn:

- Stroomkringschema
- Bedradingschema
- Installatietekening
- Installatieschema

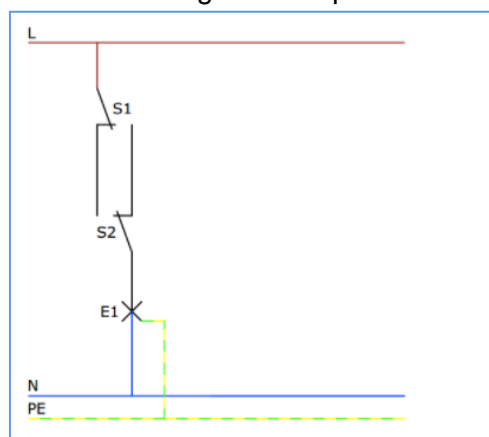
#### 3.1.1. Stroomkringschema

Een stroomkringschema laat overzichtelijk zien hoe de onderdelen met elkaar verbonden zijn en hoe de stroom loopt. Je kunt heel snel zien hoe de schakeling werkt. Bij het zoeken van storingen gebruiken we daarom bij voorkeur een stroomkringschema.

De fasedraad (bruin) wordt altijd boven getekend en de nuldraad (blauw) onder. Als de fasedraad geschakeld wordt, dan noemen we het een schakeldraad en gebruiken we in de installatie een zwarte draad in plaats van een bruine draad. De beschermingsleiding (geel/groen) wordt onderaan apart getekend. Deze draad wordt aangesloten op de onderdelen die geaard moeten worden.

De onderdelen die gebruikt worden geef je aan met symbolen en een code. Zo weet men precies over welk onderdeel het gaat. De code bestaat uit een letter en een volgnummer. Zo heeft een lichtpunt als symbool een kruisje. In dit voorbeeld is de code van het lichtpunt E1. Het volgende lichtpunt zal E2 heten.

Om het schema snel en duidelijk af te kunnen lezen moet je zorgen dat je zo weinig mogelijk bochten en kruisende draden tekent.



Figuur 29 Stroomkringschema

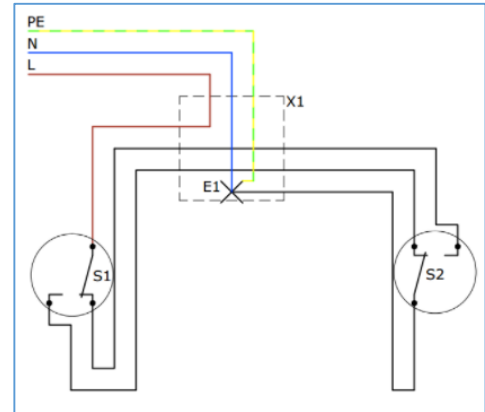
- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://Leerling.volgsysteem(elodigitaal.nl))

### 3.1.2. Bedradingsschema

Alle draden worden getekend (met zo weinig mogelijke kruisingen). De draden worden getekend in dezelfde vorm als de buis. De onderdelen die gebruikt worden geef je aan met symbolen en een code.

Een bedradingsschema gebruik je om een installatie of onderdelen daarvan te bedraden. De tekening geeft overzichtelijk de draadloop aan.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)



Figuur 30 Bedradingsschema van een wisselschakeling

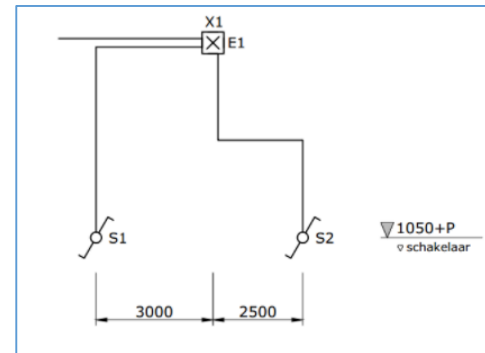
### 3.1.3. Installatietekening

Een tekening is iets anders dan een schema. Op een tekening is precies te zien waar alle onderdelen moeten komen. De leidingen (buis of kabel) worden getekend in de vorm zoals ze komen te liggen. De onderdelen die gebruikt worden geef je aan met symbolen en een code. In **bijlage A** is overzicht te vinden van verschillende symbolen. De materialen zijn goed uit te trekken vanaf een installatietekening. De tekening wordt op schaal afgedrukt en de maten staan erbij.

De draden in de buizen worden soms ook aangegeven. Ook daarvoor zijn er symbolen. De symbolen staan hiernaast niet in de tekening. We komen daar nog op terug.

Hiernaast een voorbeeld van een installatietekening in de praktijk. In de plattegronden worden de onderdelen ingetekend. Je ziet er ook hoogtematen bij staan. Bijvoorbeeld 1050+ bij de wandcontactdozen naast de deur. Dit betekent dat de wandcontactdozen 1050 mm boven de afgewerkte vloer moeten komen.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.nl)



Figuur 31 Installatietekening van een wisselschakeling (op school)

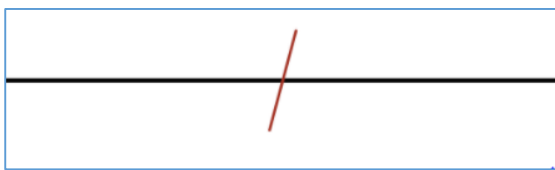


Figuur 32 Installatieschema (in de praktijk)

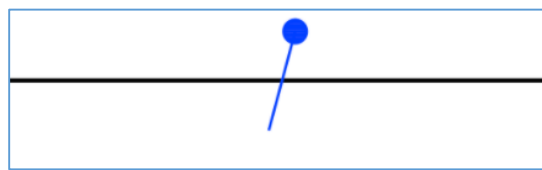
#### 3.1.3.1. Draadsymbolen

Als men wil weten hoeveel en welke draden er in de buis getrokken moeten worden dan kan gebruik gemaakt worden van draadsymbolen. In een elektrische installatie in een woning de volgende draden gebruikt:

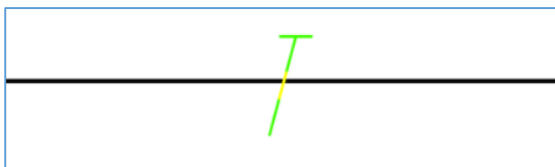
- Fasedraad = bruin
- Nuldraad = blauw
- Aarddraad = geelgroen
- Schakeldraad = zwart



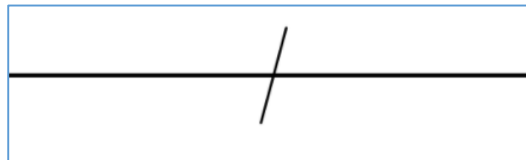
Figuur 34 Fasedraad



Figuur 35 Nuldraad



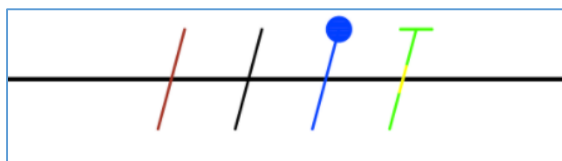
Figuur 36 Aardendraad (PE)



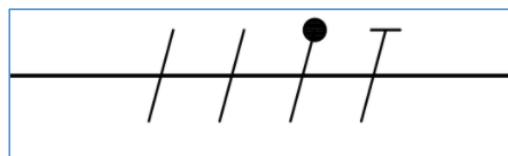
Figuur 33 Schakeldraad

### Meerdere draden in een buis

In een buis komen vaak meerdere draden voor. De symbolen tekent men dan een stukje van elkaar af. Als er 3 schakeldraden in een buis zitten, dan moet er ook 3 x het symbool van een schakeldraad getekend worden. De draadsymbolen worden normaal niet in kleur ingetekend. Alle draadsymbolen worden normaal zwart getekend. Het zal duidelijk zijn dat de fasedraad en schakeldraden er dan hetzelfde uitzien!



Figuur 38 Voorbeeld van een fase-, schakel-, nul- en aardendraad in een buis



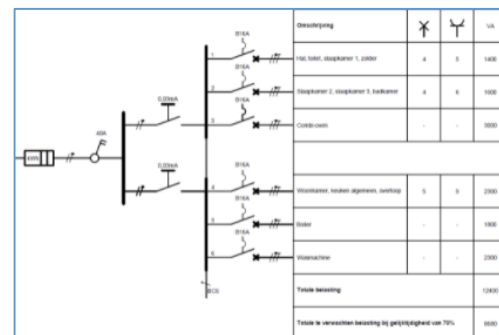
Figuur 37 De symbolen worden normaal zwart getekend

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem(elodigitaal.nl))

## 3.1.4. Installatieschema

Een Installatieschema is een tekening die vaak voor komt in combinatie met een installatietekening. Een installatieschema geeft een overzicht van heel de elektrische installatie in de woning. Het schema laat zien in hoeveel groepen de installatie is verdeeld. Daarnaast kan men zien welke ruimtes of apparaten op een groep zijn aangesloten.

Een installatieschema wordt daarom ook vaak gebruikt om de meterkast te monteren. Tijdens het ontwerpen van de installatie wordt er rekening gehouden dat de totale belasting van de installatie en de groepen niet te hoog wordt. Je ziet dat aan de rechtse kant in het schema.



Figuur 39 Installatieschema

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem(elodigitaal.nl))

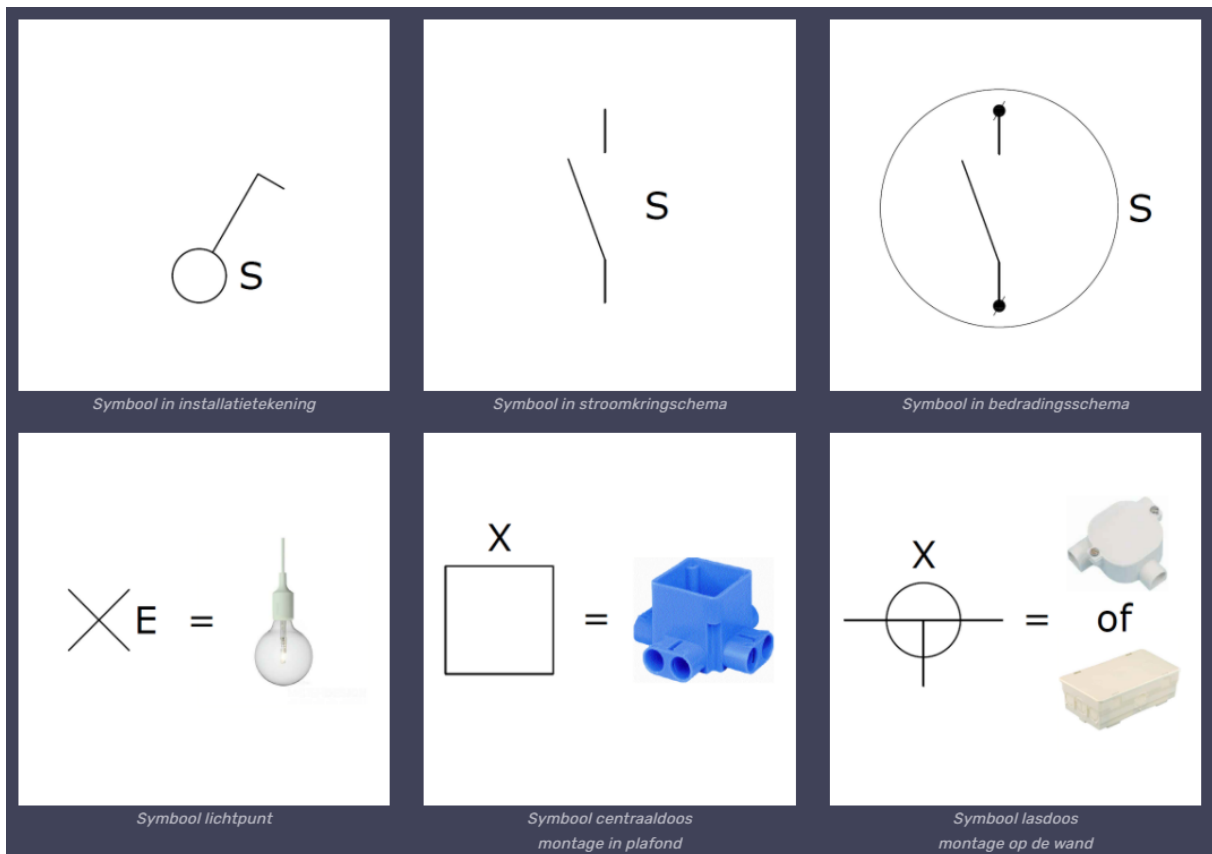
## 3.2. Verschillende basisschakelingen

In de navolgende paragrafen worden de meest gebruikte basisschakelingen uiteengezet.

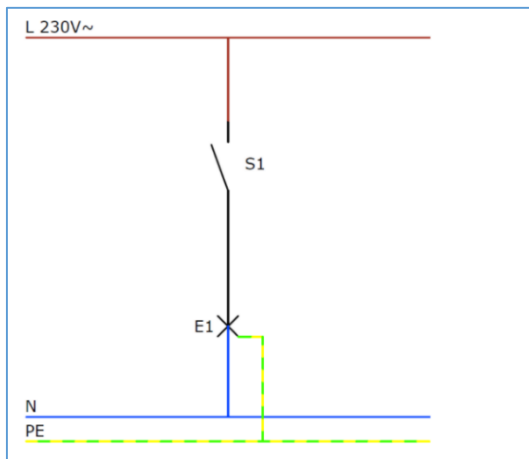
### 3.2.1. Enkelpolige schakelaar

De enkelpolige schakelaar is een schakelaar waarmee men 1 lamp aan en uit kunt doen vanaf 1 plek. Er kunnen wel meerdere lampen op aangesloten worden, maar die zullen dan allemaal tegelijkertijd schakelen. De enkelpolige schakelaar wordt bijvoorbeeld gebruikt om het licht in de toiletruimte te schakelen.

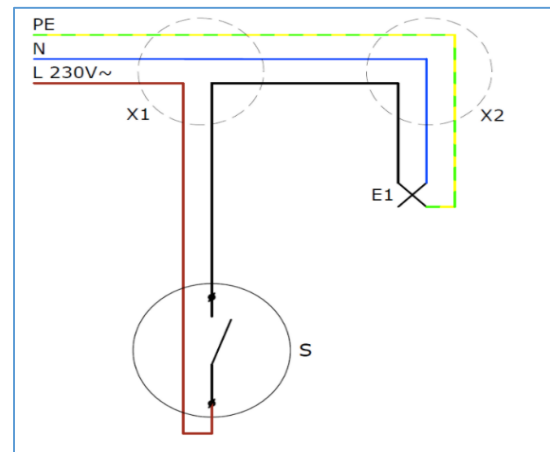
Tegenwoordig wordt een wisselschakelaar gebruikt om een enkelpolige schakeling te maken. Je gebruikt dan maar 2 van de 3 contacten!



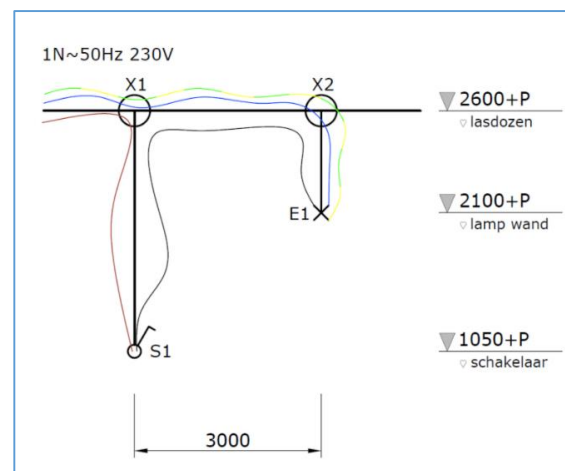
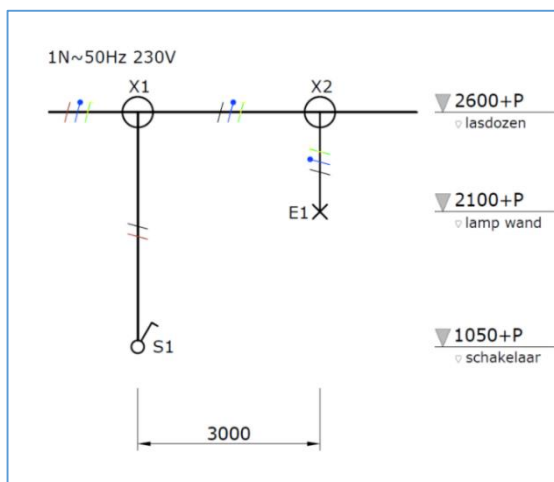
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))



Figuur 42 Stroomkringschema



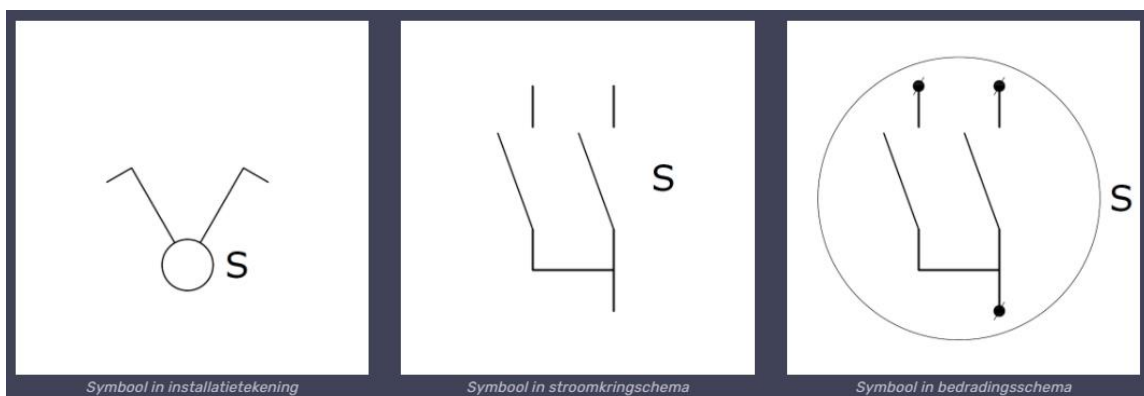
Figuur 40 Bedradingsschema



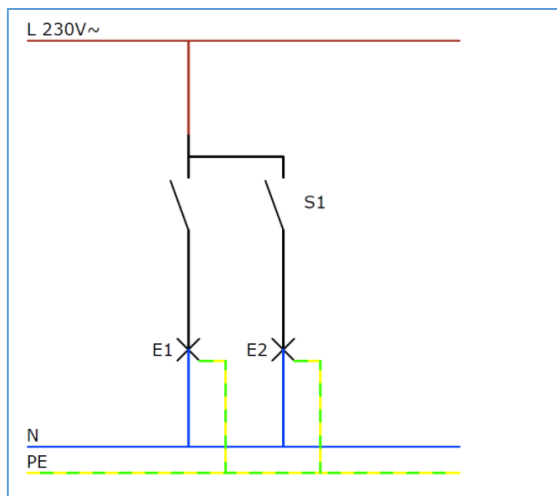
Figuur 41 Installatietekening

### 3.2.2. Serieschakelaar

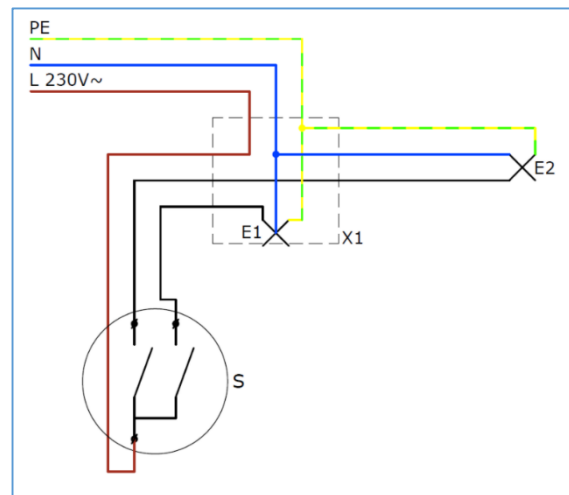
De serieschakelaar wordt gebruikt om op 1 plek 2 verschillende lichtkringen te schakelen. Naast de voordeur tref je vaak een serieschakelaar aan. Men kan bijvoorbeeld er de verlichting in de hal mee aan en uit doen met de ene knop. Met de andere knop is voor uit en



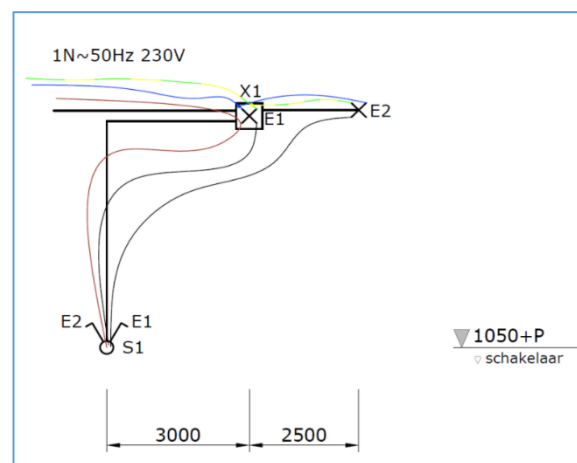
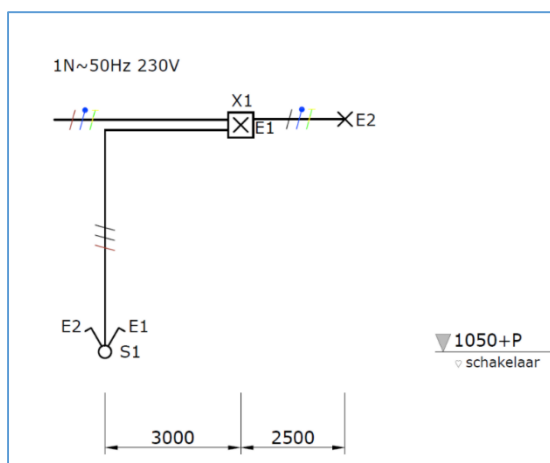
aan schakelen van de buitenlamp mee aan en uit doen. Je kunt een serieschakelaar voorstellen als 2 enkelpolige schakelaars in één schakelaar!



Figuur 44 Stroomkringschema



Figuur 43 Bedradingsschema



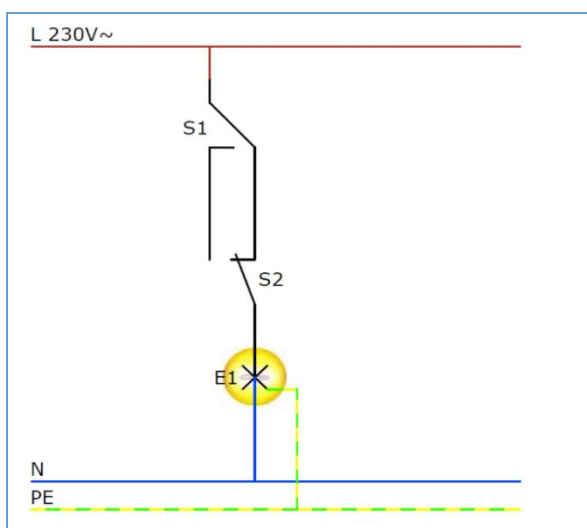
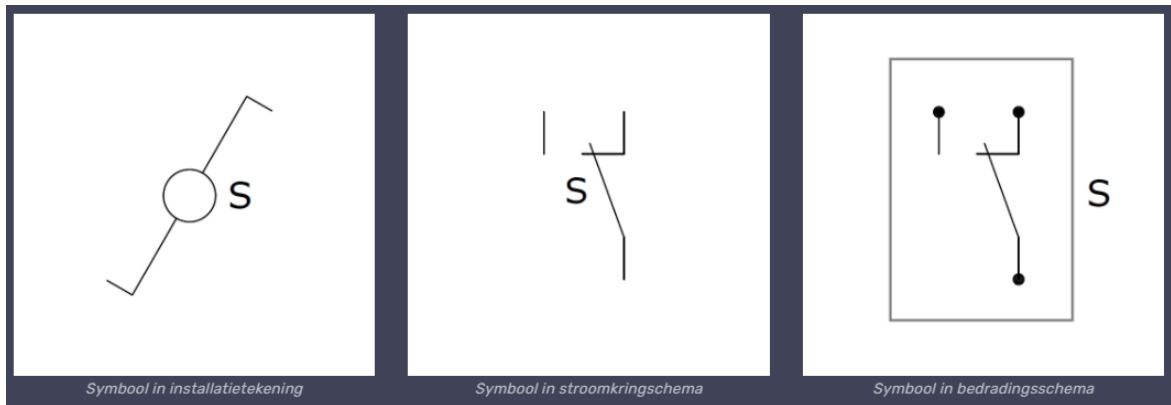
Figuur 45 Installatietekening

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

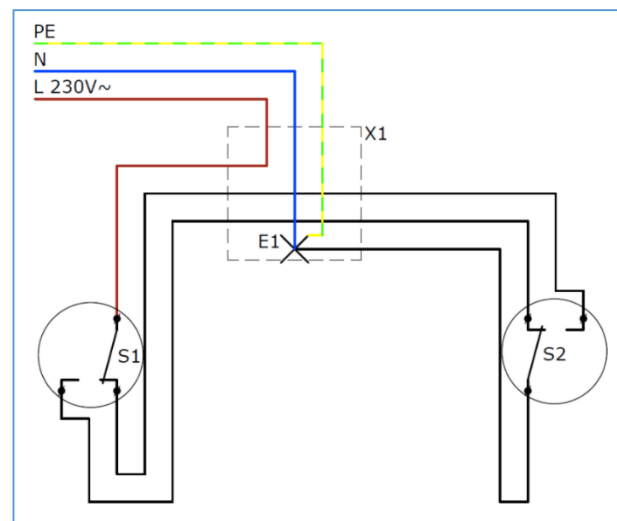
### 3.2.3. Wisselschakelaar

Een wisselschakeling is een schakeling die voor erg veel gemak zorgt. Er kan namelijk één lichtpunt op 2 verschillende plekken mee geschakeld worden. Het meest duidelijke voorbeeld is de wisselschakeling die vaak aangebracht wordt onder en boven aan de trap. Deze wisselschakeling schakelt dan vaak de verlichting op de overloop. Vanzelfsprekend is het een voordeel dat men dan niet in het donker de trap hoeft te betreden.

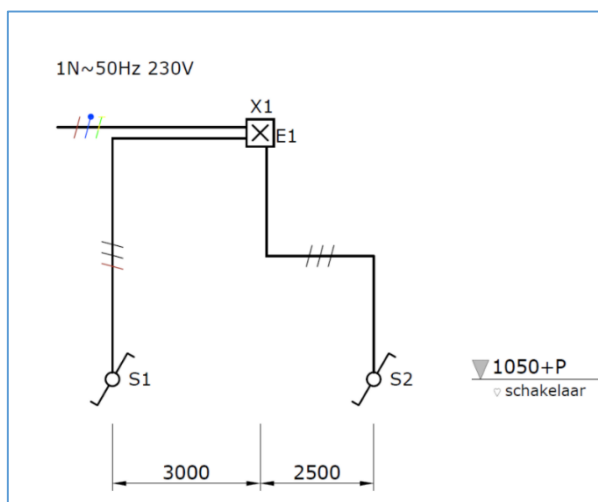
Om een wisselschakeling te maken heb je 2 wisselschakelaars nodig. Een wisselschakelaar moet je voorstellen als een schakelaar met 1 ingang en 2 uitgangen.



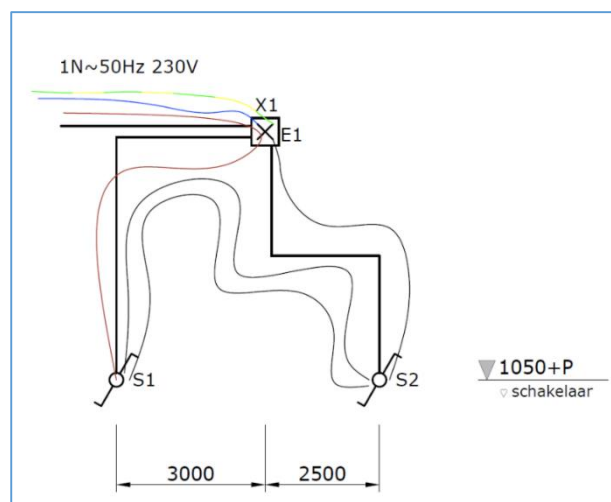
Figuur 47 Stroomkringschema



Figuur 46 Bedradingschema



Figuur 48 Installatietekening



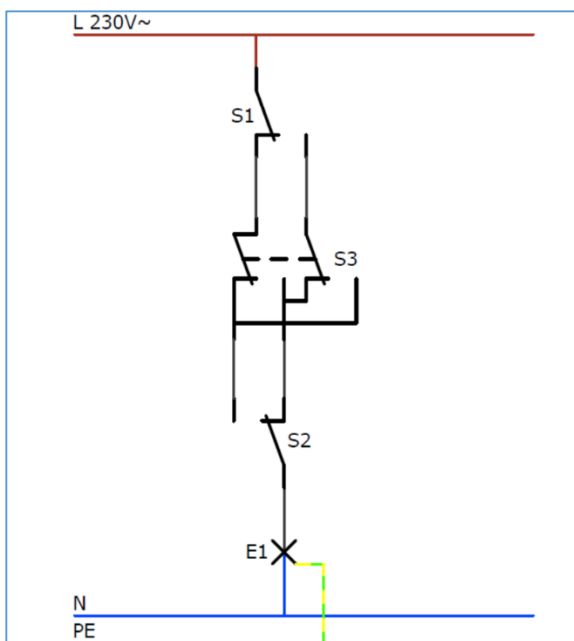
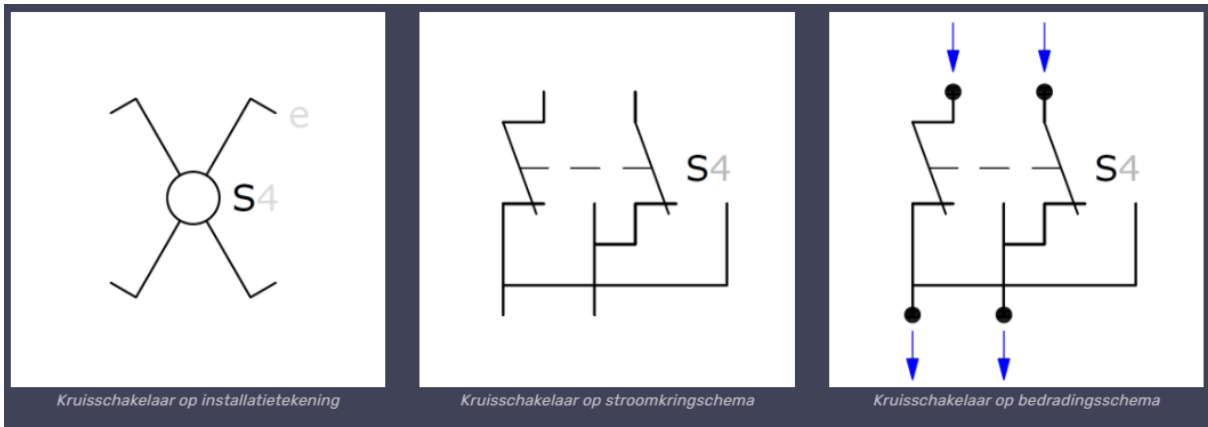
- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)



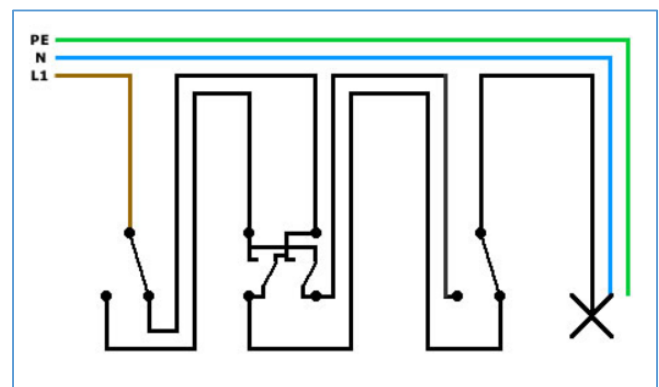
### 3.2.4. Kruisschakeling

De kruisschakelaar is een schakelaar met 4 aansluitpunten. De kruisschakelaar gebruikt men samen met 2 wisselschakelaars om een kruisschakeling te maken. Met een kruisschakeling kan men een lichtkring op 3 verschillende plekken bedienen.

Door nog een kruisschakelaar toe te voegen aan de schakeling kun je de lichtkring op 4 plekken bedienen.



Figuur 49 Stroomkringschema



Figuur 50 Bedradingschema

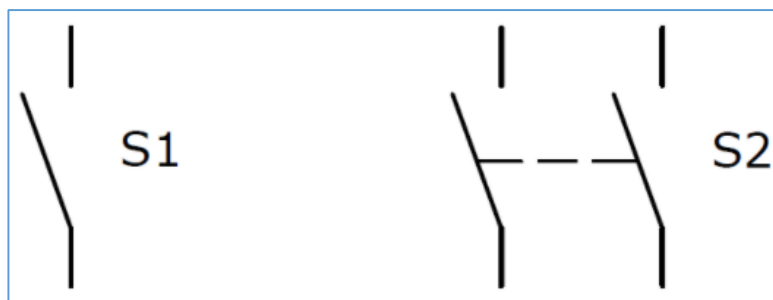
- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

### 3.2.5. Dubbelpolige schakeling

Als we een lamp vanaf 1 plek willen bedienen dan gebruiken we een enkelpolige schakeling. De schakelaar wordt volgens afspraak in de bruine fase draad aangebracht. De bruine fase draad is de draad waar de spanning op staat.

Een dubbelpolige schakelaar bestaat eigenlijk uit twee enkelpolige schakelaars. Deze schakelaars zitten aan elkaar vast. Als je de wip-knop omzet, dan worden allebei de enkelpolige schakelaars bediend.

Het symbool (op een bedradingsschema of stroomkringschema) van een dubbelpolige schakelaar bestaat uit 2 enkelpolige schakelaars die verbonden zijn met een onderbroken lijn (gestreepte lijn). De schakelaars staan hier naast elkaar, maar ze kunnen ook onder elkaar staan!



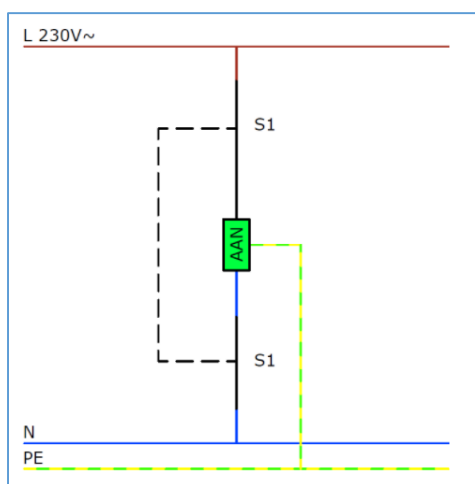
Figuur 51 Enkelpolige schakelaar versus een dubbelpolige schakelaar

#### Toepassing

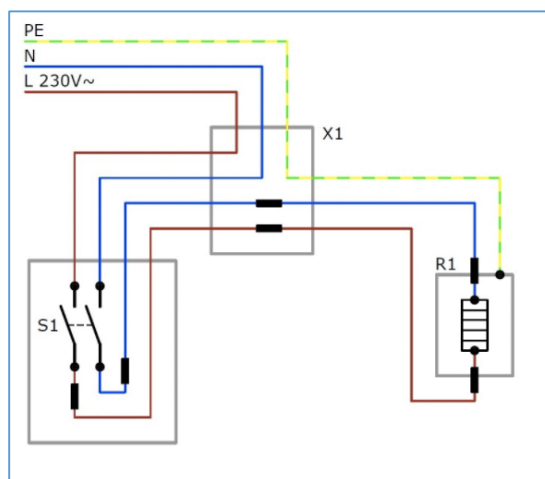
Dubbelpolige schakelaars worden gebruikt als je een apparaat helemaal los moet kunnen koppelen van de installatie. Bij een enkelpolige schakeling wordt alleen de bruine fase draad onderbroken. Maar de blauwe nul draad die ook op het apparaat is aangesloten, die is nog wel verbonden met de installatie.

De dubbelpolige schakelaar kom je op verschillende plekken tegen:

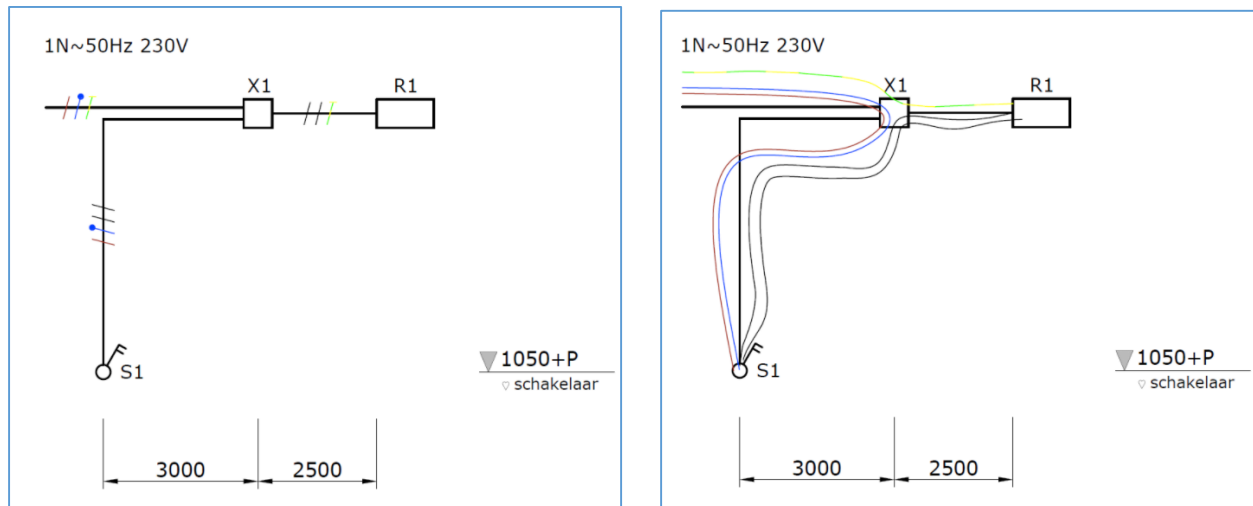
- Bij apparaten of verlichting buiten of in vochtige ruimtes.
- Bij apparaten die vast aangesloten zijn op de installatie, zoals een wasmachine (dit komt bijna niet meer voor).
- Bij apparaten met grote vermogens, zoals elektrische terrasverwarming.
- Bij de onderdelen die in de verdeelkast zijn gemonteerd, zoals de installatieautomaat.



Figuur 53 Stroomkringschema



Figuur 52 Bedradingsschema



Figuur 54 Installatietekening

Het symbool van een dubbelpolige schakelaar bestaat uit een rondje met een stokje eraan. Aan het stokje zitten 2 vlaggetjes.

De dubbelpolige schakeling wordt gebruikt als je een apparaat helemaal los moet kunnen koppelen van de installatie. Bij een enkelpolige schakeling wordt alleen de bruine fasedraad onderbroken. Maar de blauwe nuldraad die ook op het apparaat is aangesloten, die zit nog wel aan de installatie vast.

Voor het aanbrengen van de buizen maakt het geen verschil of je nu een enkelpolige schakelaar gebruikt of een dubbelpolige schakelaar. Het verschil zit hem in het aantal draden in de buis.

### Aansluiten

De buizen die je aan moet leggen zijn niet anders dan voor een enkelpolige schakeling. Je moet wel rekening houden met de bedrading:

Draden naar een enkelpolige schakelaar:

- Bruine fasedraad voor de voeding naar de schakelaar toe
- Zwarte schakeldraad terug naar de lamp
- Totaal 2 draden in de buis naar de schakelaar

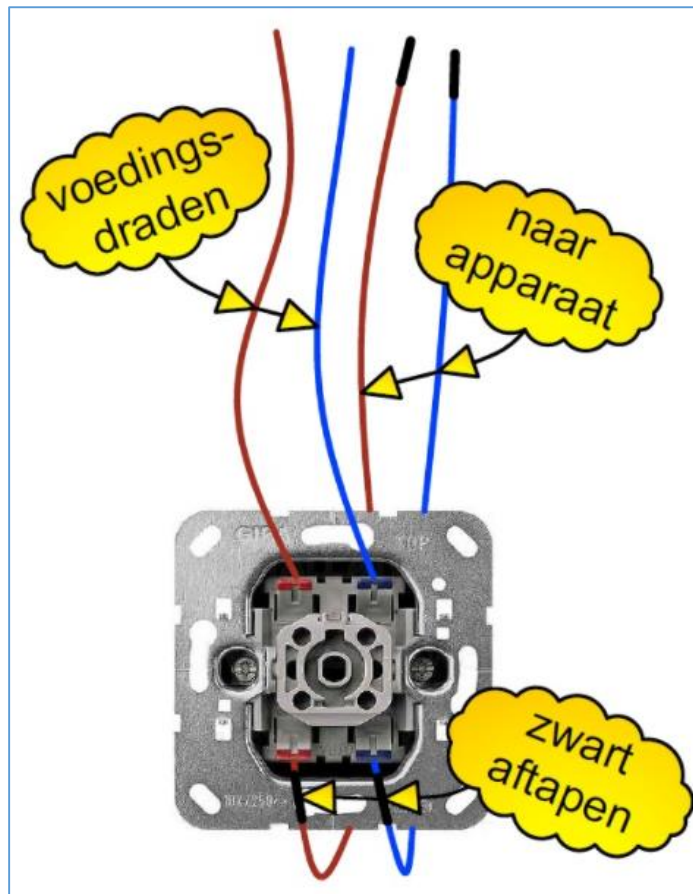
Draden naar een dubbelpolige schakelaar

- Bruine fasedraad en blauwe nuldraad van de voeding naar de schakelaar toe
- Bruine geschakelde fasedraad en blauwe geschakelde nuldraad naar apparaat
- Totaal 4 draden in de buis naar de schakelaar

De dubbelpolige schakelaar heeft dus 4 aansluitklemmen. Het is heel belangrijk om de juiste contacten te gebruiken. De fasedraad moet onderbroken worden door 1 van de enkelpolige schakelaars en de nuldraad moet onderbroken worden door de andere enkelpolige schakelaar. Je kunt hier per ongeluk de fasedraad en de nuldraad van de voeding met elkaar verbinden. Je hebt dan een kortsluiting gemaakt.

In het voorbeeld heeft de fabrikant rode aansluitklemmen voor de fasedraad en blauwe aansluitklemmen voor de nuldraad toegepast. Dit is natuurlijk heel handig om geen fouten te maken. Andere fabrikanten zetten bijvoorbeeld een aansluitschema achter op de schakelaar.

De geschakelde draden kun je uitvoeren als zwarte draden. Omdat vaak grotere vermogens geschakeld worden kun je beter gewoon een bruine en een blauwe draad gebruiken, want die zijn iets dikker dan een zwarte draad. Je moet de draden dan wel omwikkelen met zwarte tape. Doe dit in de inbouwdoos van de schakelaar, in de lasdoos en bij het apparaat.



Figuur 55 Aansluiten van een dubbelpolige schakelaar

- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://elodigitaal.nl)

## 4. Ontwerp van de badkamer

Als onderwerp voor het ontwerp heb ik onze pas verbouwde badkamer genomen. Voor plaatsing van de componenten heb ik gebruik gemaakt van het programmaatje Vi-soft van Sanidirect. Bron: <https://viplan.visoft.de/sanidirect/>

Zeker een handig hulpmiddel om een badkamer te ontwerpen, naar jouw wensen, bedoeld als praatstuk tussen klant en leverancier.

De installatietekening heb ik, op schaal, getekend met potlood en het bedradingsschema met het tekenprogrammaatje van Word. Wel bewerkelijk, maar het geeft wel een mooie voorbereiding.

Voor de verlichting is gekozen voor een serieschakeling van 3 spotjes in het plafond en een TL-verlichting boven de wastafel.

In het ontwerp is ook de ventilatie en elektrische vloerverwarming meegenomen. Beide worden met een serieschakelaar bediend. In de bordopdracht is connectie van deze twee componenten uitgedrukt in Wandcontactdozen.

### 4.1. Stap 1: Keuze één of meerdere groepen

Uiteraard is het een belangrijke vraag of er meerdere groepen nodig zijn. Als we uitgaan van de formule  $P = U \cdot I$  en 16 Ampère. Dit geeft: 230V maal 16A maximaal 3680 W, of te wel c.a. 3,6 kW

#### Nodig is:

Elektrocomponent	P in W
3 Spotjes à 15 W	45
TL-verlichting boven spiegelkast & dubbele wasbak	40
Dubbele WCD met RA, spatwaterdicht ip54	40
Vloerverwarming: 150 W / m <sup>2</sup> voor c.a. 4 m <sup>2</sup>	600
Centrale ventilatie / afzuiging	1500
<b>Totaal</b>	<b>2225 ≈ 2,5 kW</b>



**Elektrische vloerverwarming mat**  
**2m<sup>2</sup> + gratis thermostaat |**  
**150Watt/m<sup>2</sup> | Tegels | 10 jaar**  
**garantie**

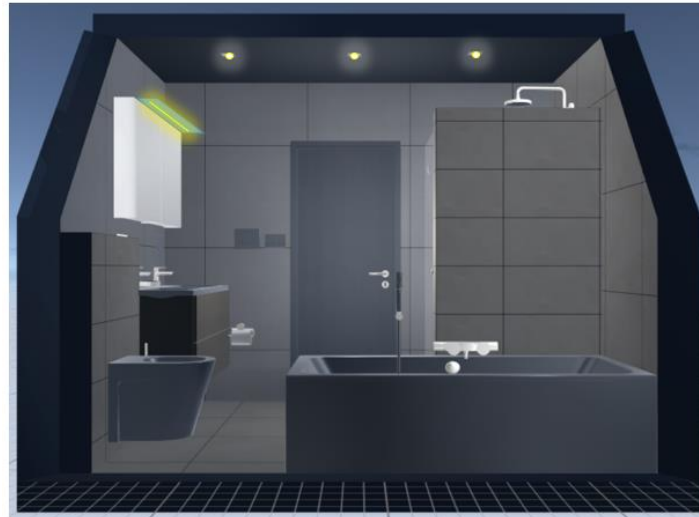
Bronnen:

- [Aanpassingen in de meterkast voor elektrische vloerverwarming \(vloerverwarmingstore.nl\)](https://vloerverwarmingstore.nl)
- [Elektrische vloerverwarmingsmat 2m<sup>2</sup> \(4m x 0,5m\) 300W → Prijs €149,95 \(thermolamina.nl\)](https://thermolamina.nl)
- [Techniek \(magnumheating.nl\)](https://magnumheating.nl)

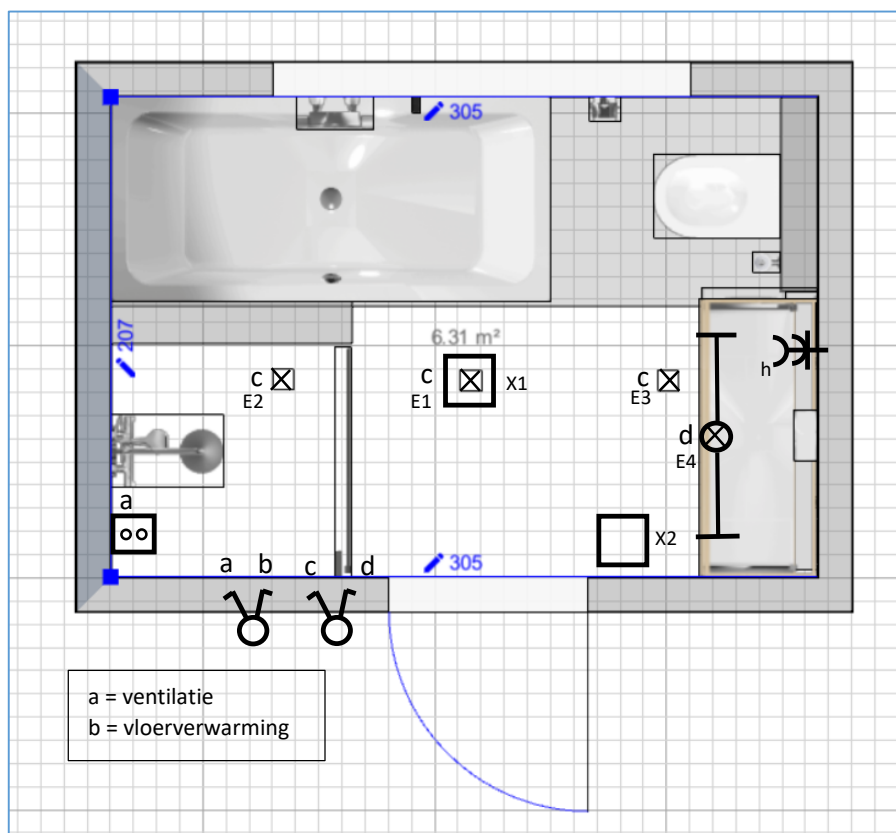
**Gezien het bovenstaande zou 1 groep kunnen volstaan.**

## 4.2. Stap 2: Positionering van de gekozen componenten in werkelijke situatie

Met het genoemde programmaatje VI-soft zijn de componenten geplaatst. In het bovenaanzicht (figuur 57) heb ik de nodige symbolen toegevoegd om zodoende de installatietekening van de werkelijke situatie te complementeren.

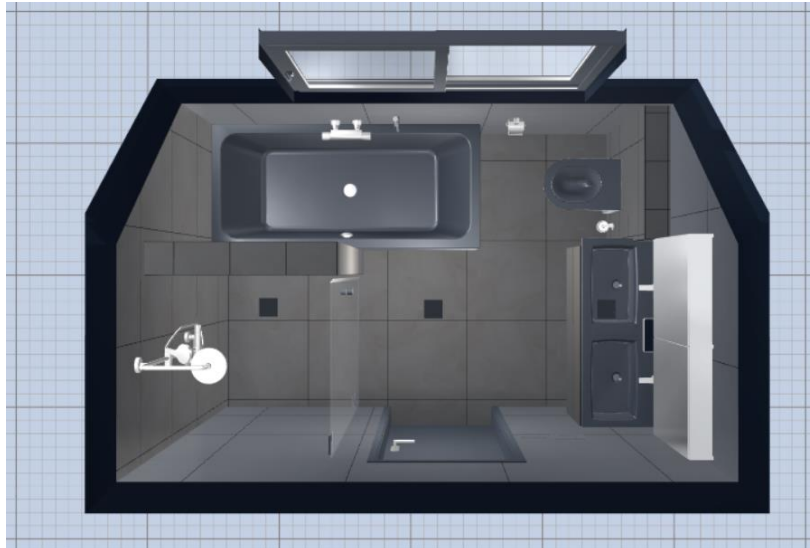


Figuur 56 Achteraanzicht

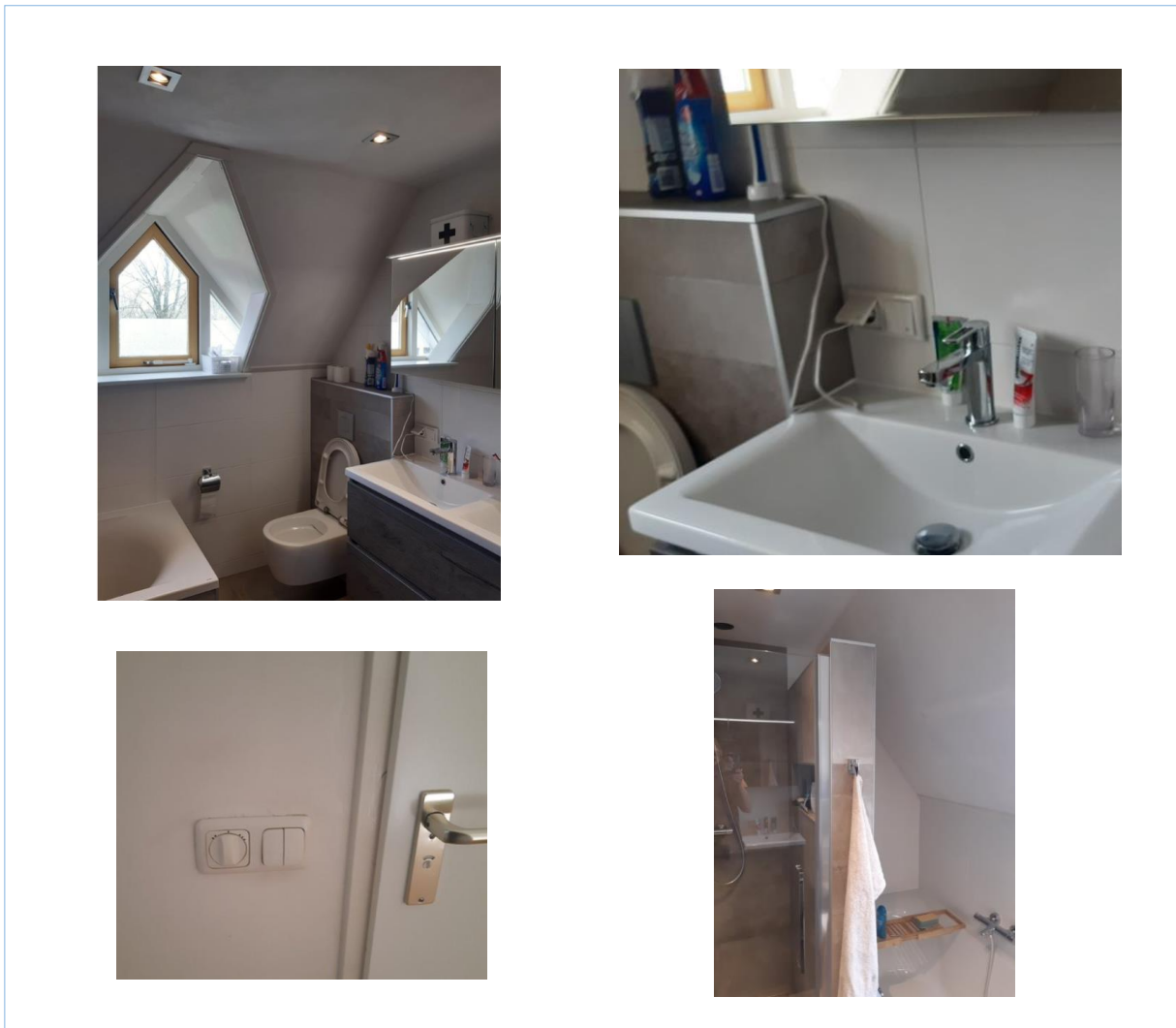


Figuur 57 Boven aanzicht Installatietekening

Voor opsomming van de componenten, zie § 4.4 op bladzijde 36.



Figuur 59 Boveraanzicht



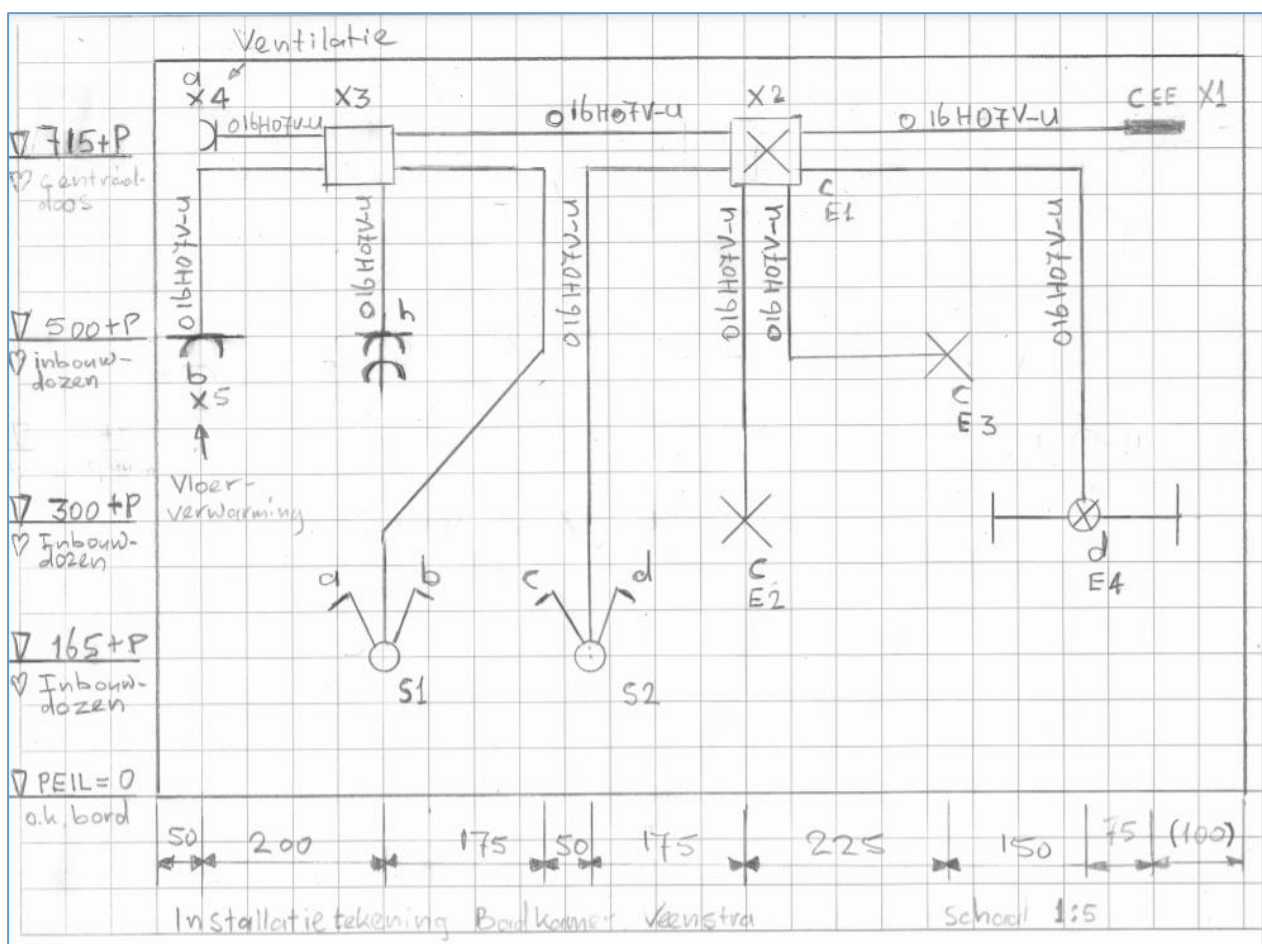
Figuur 58 Foto impressie van de werkelijkheid: Rechtsboven de spatwaterdichte dubbele Wandcontactdozen. Linksonder de serieschakeling van de verlichting en 3-standenknop ventilatie. Rechtsonder de scheidingswand tussen badkuip en douche



### 4.3. Stap 3: Installatietekening van de bordopdracht

De installatietekening voor de opdracht heb ik met potlood en papier op schaal uitgetekend in figuur 60.

- S1 is de serieschakelaar voor de Wandcontactdozen van:
  - Centrale ventilatie/afzuiging
  - Vloerverwarming
- Een dubbel spatwaterdichte dubbele WCD.
- S2 is de serieschakelaar voor:
  - De 3 spotjes in het plafond
  - TL-verlichting boven spiegelkast / dubbele wasbak

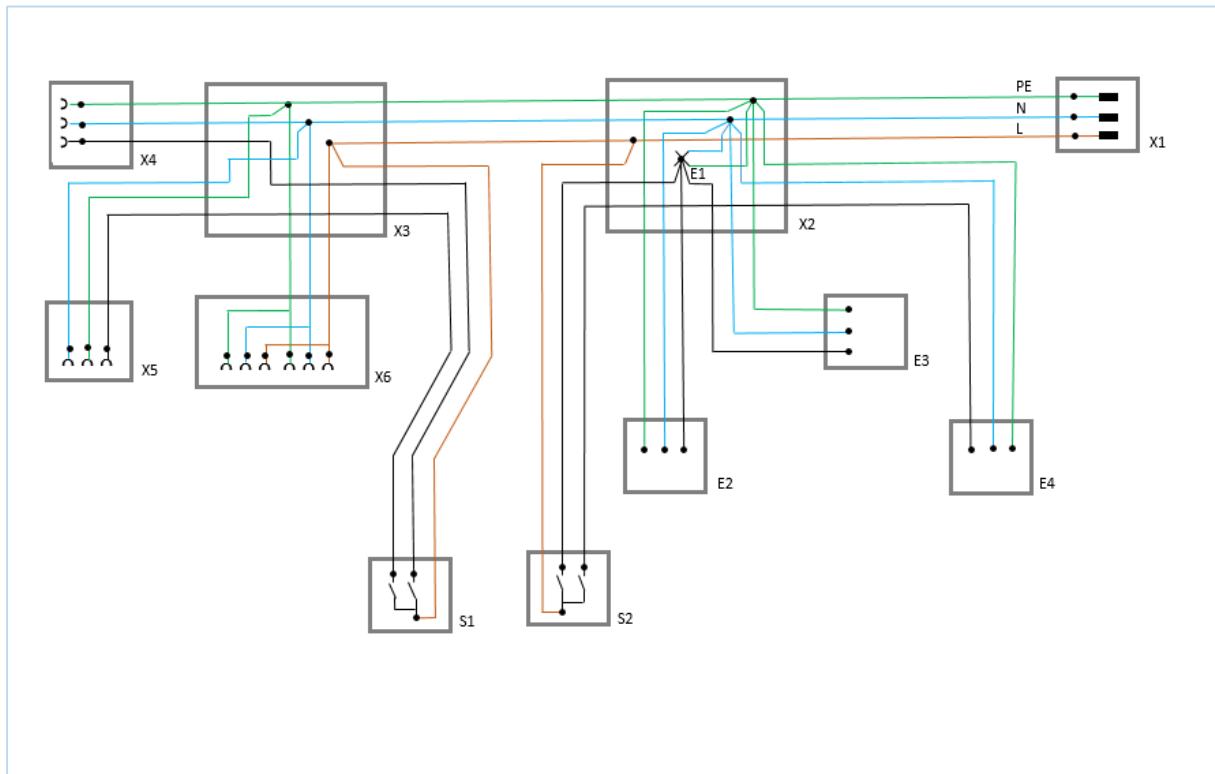


Figuur 60 Installatietekening van de bordopdracht



## 4.4. Stap 4: Bedradingschema van de bordopdracht

In onderstaand bedradingschema is de draadloop vastgelegd voor de nog nader te bespreken bordopdracht. X4 en X5 zijn de Wandcontactdozen voor respectievelijk de ventilatie en de elektrische vloerverwarming. Deze heb ik in Word getekend, wat wel veel werk was, maar dan is alles wel goed uitgedacht.

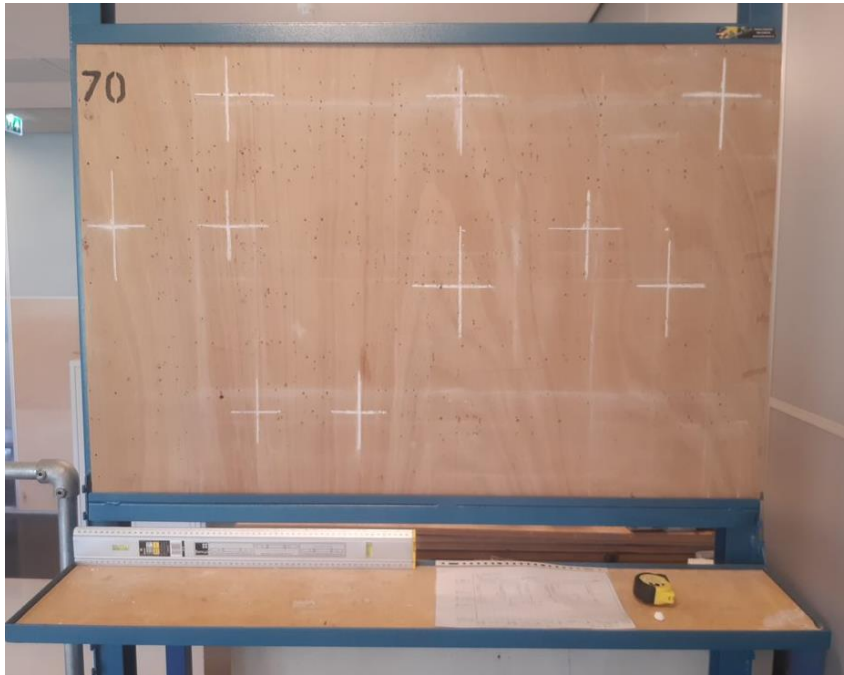


Figuur 61 Bedradingschema van de bordopdracht

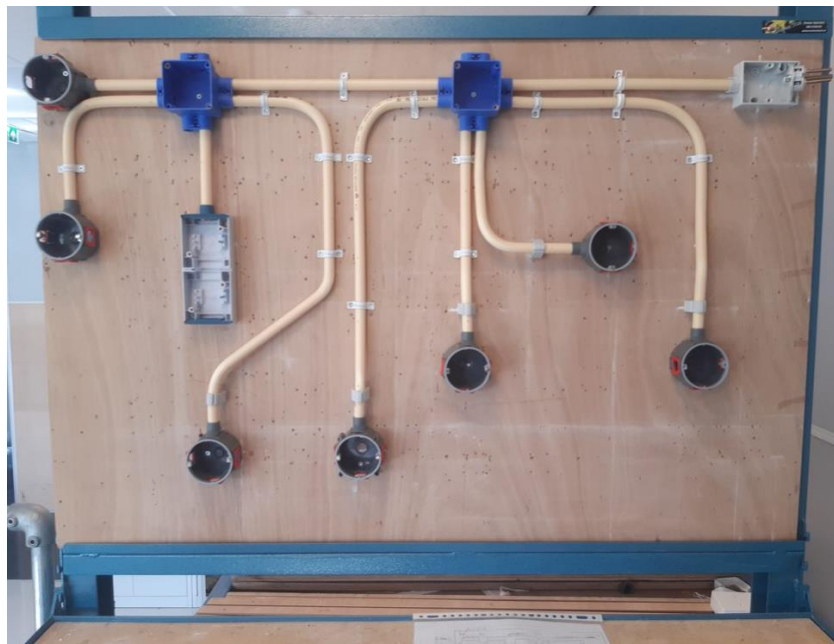
## 4.5. Stap 5: Uitwerken en maken van de bordopdracht

Na de voorgaande stappen ben ik op onze school aan de slag gegaan met het maken van de bordopdracht. In de navolgende foto shoot is het proces in kaart gebracht.

- Voor E4 (de TL-verlichting boven de spiegelkast) heb ik gewoon een 24V lamp gebruikt. Het gaat immers alleen maar om het idee.
- X4 staat voor WCD voor centrale ventilatie / afzuiging. In werkelijkheid wordt deze geschakeld met een 3-standenschakelaar.
- X5 staat voor de elektrische vloerverwarming. In werkelijkheid wordt deze uiteraard aangestuurd met een programmeerbare thermostaat.

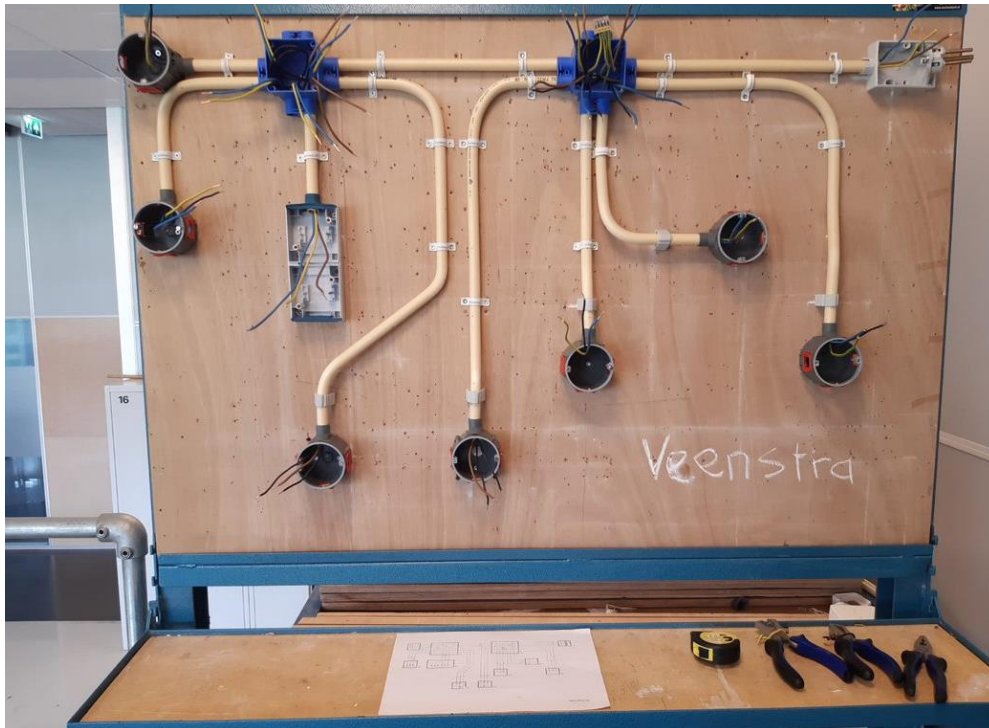


Figuur 62 Het aftekenen

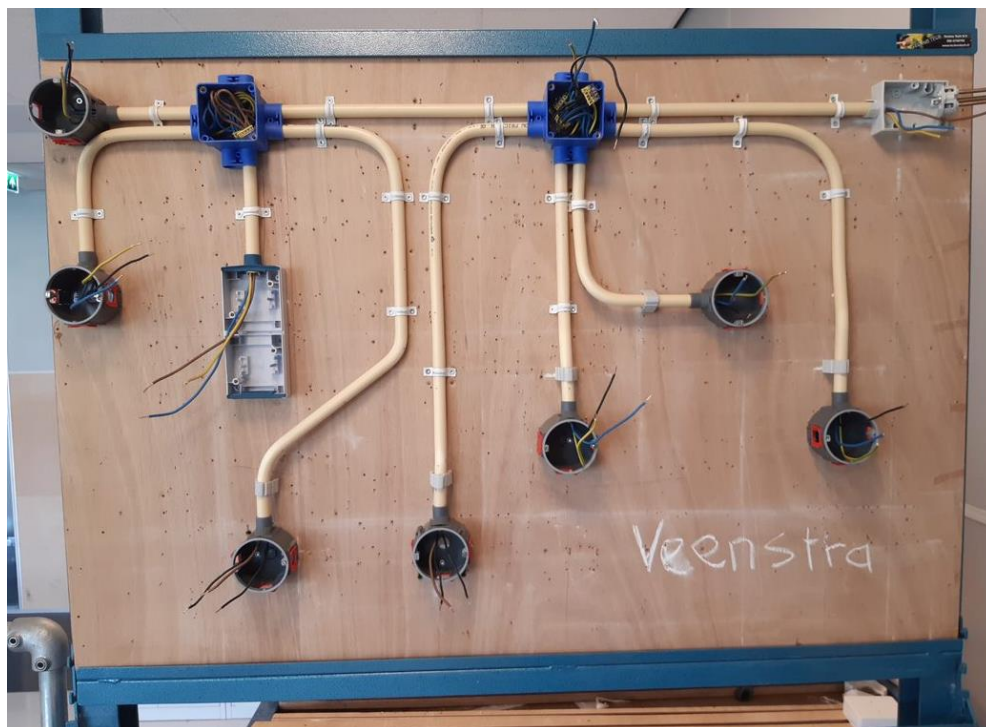


Figuur 63 Plaatsing van de componenten

- 2 Centraaldozen.
- 7 Inbouwdozen.
- 1 Toestelcontactdoos (**CEE**) als simulatie naar meterkast.
- Dubbele spatwaterdichte WCD.
- Ø16 Elektrabuis (**O16**)

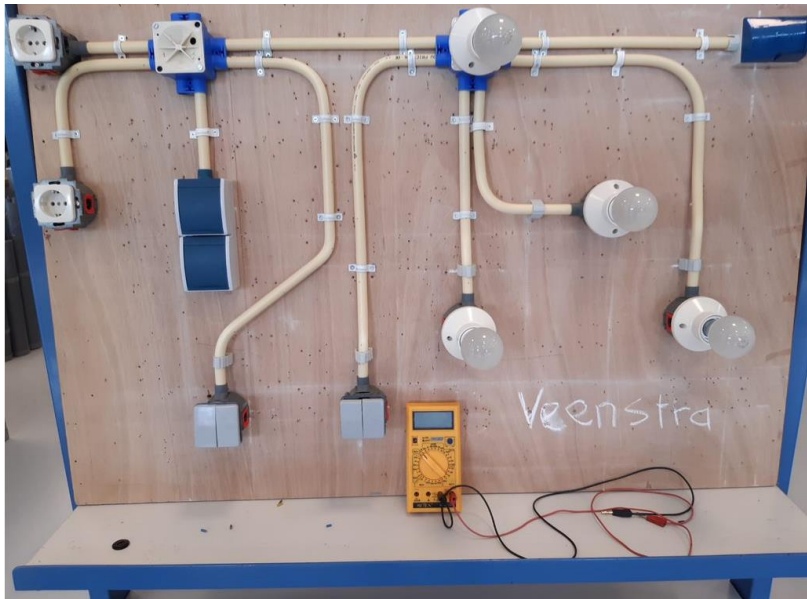


*Figuur 64 Het bedraden en strippen van VD-draad (H07V-U) en beter af-gebeugeld, dan bij vorige afbeelding*



*Figuur 65 bezig met lassen*

## 4.6. Stap 5: Controle van de werking van bordopdracht

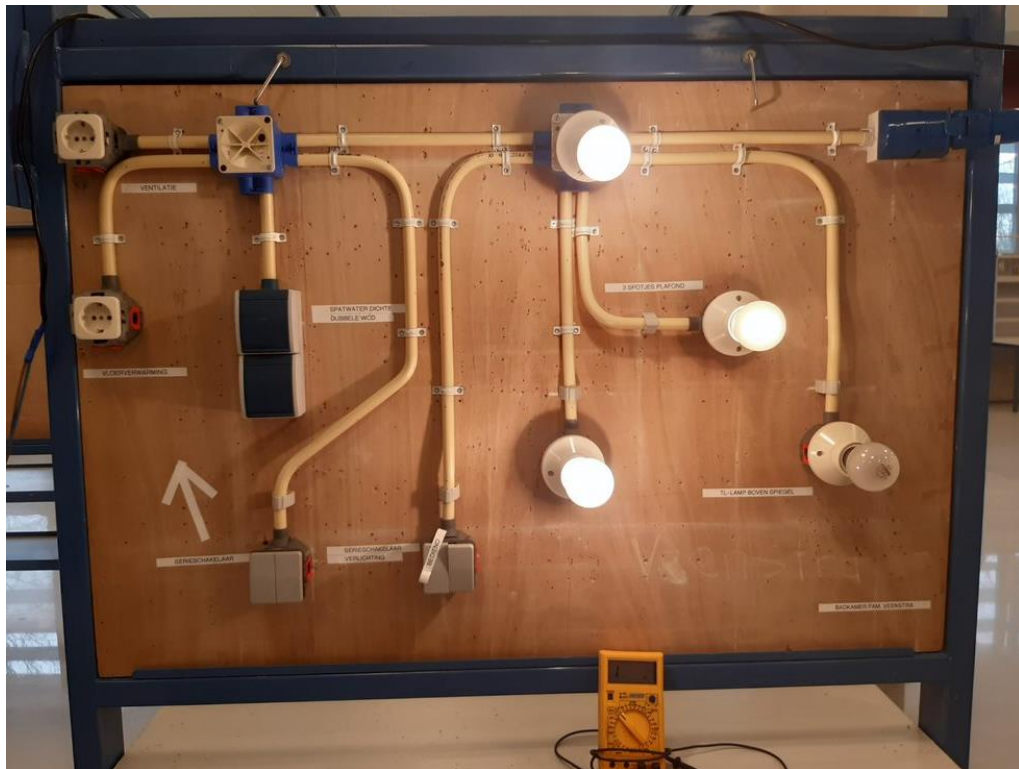


Figuur 66 Na continuïteitsmeting (doorpiepen) met de multimeter worden het bord verder gemonteerd.

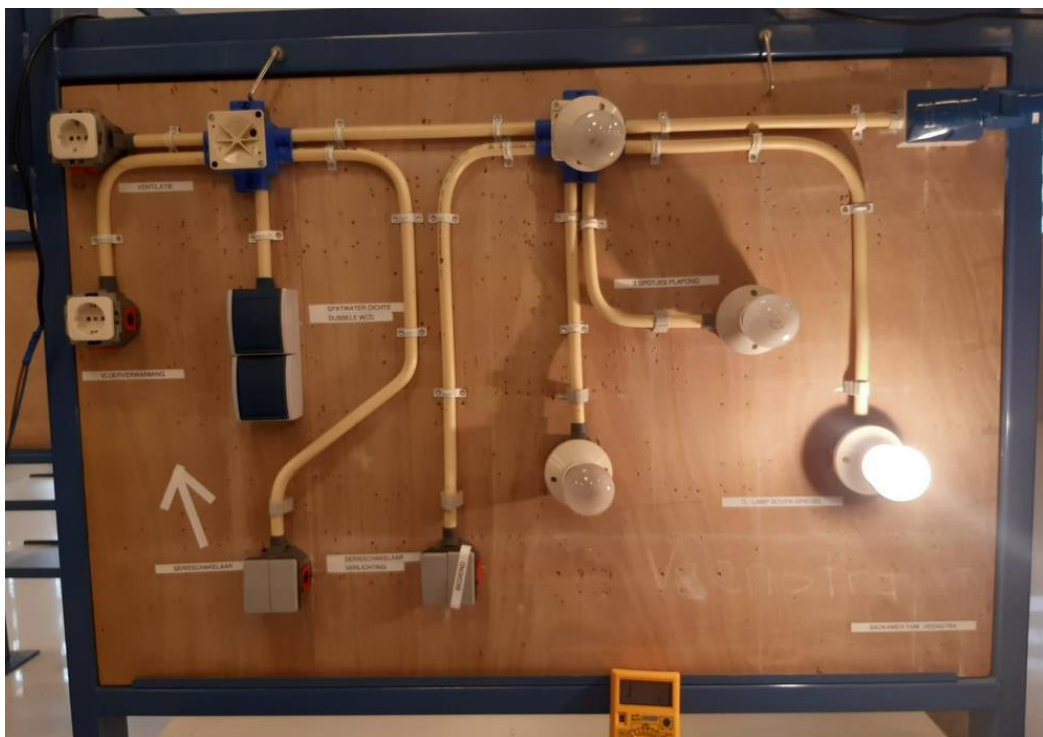


Figuur 67 Het moment is aangebroken dat de bordopdracht, via de toestelcontactdoos, wordt aangesloten op 24V AC (wisselstroom)

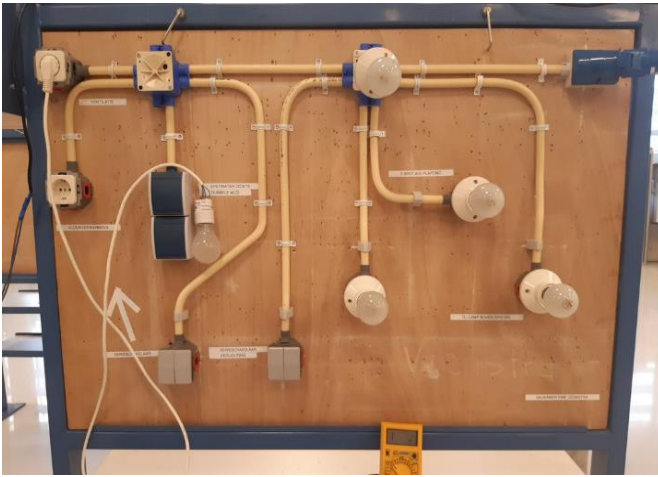




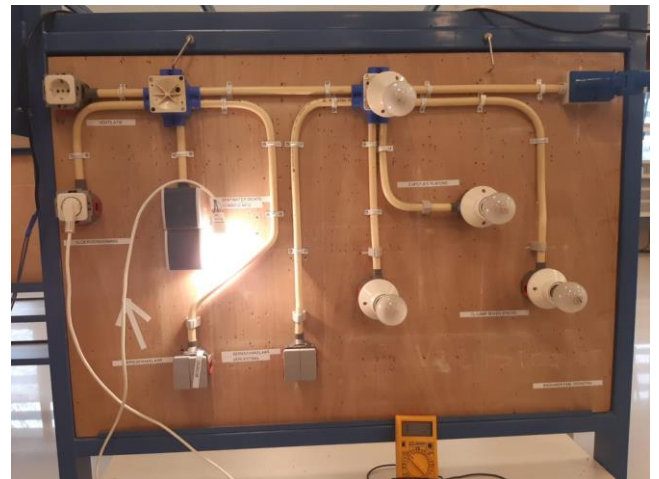
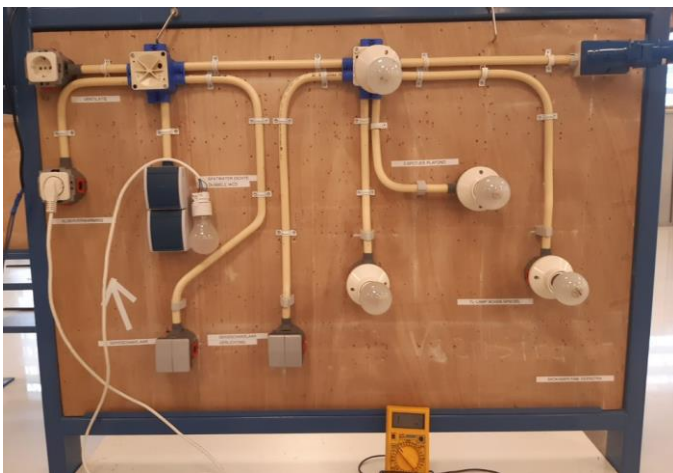
*Figuur 68 Met de serieschakelaar worden de 3 spotjes geschakeld.*



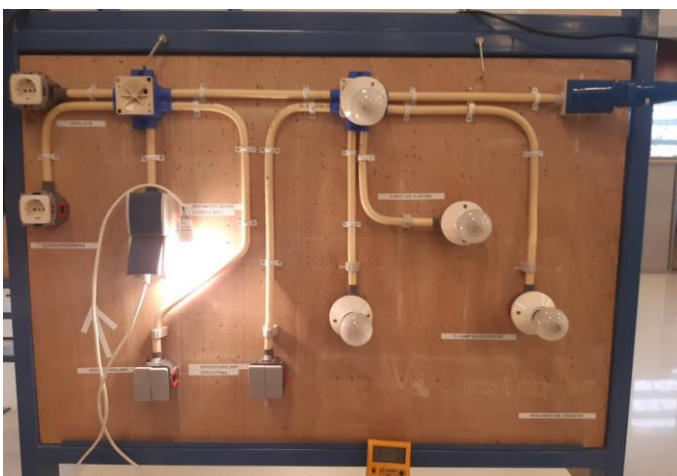
*Figuur 69 Met de serieschakelaar wordt nu de tl-lamp boven de spiegelkast aangeschakeld.*



*Figuur 70 Met de 2e serieschakelaar wordt de ventilatie geschakeld.*



*Figuur 71 De vloerverwarming doet het gelukkig ook.*



*Figuur 72 Over de dubbele spatwaterdichte WCD staat te allen tijde spanning.*

## 4.7. Stap 6: Terugkijken > zelfreflectie

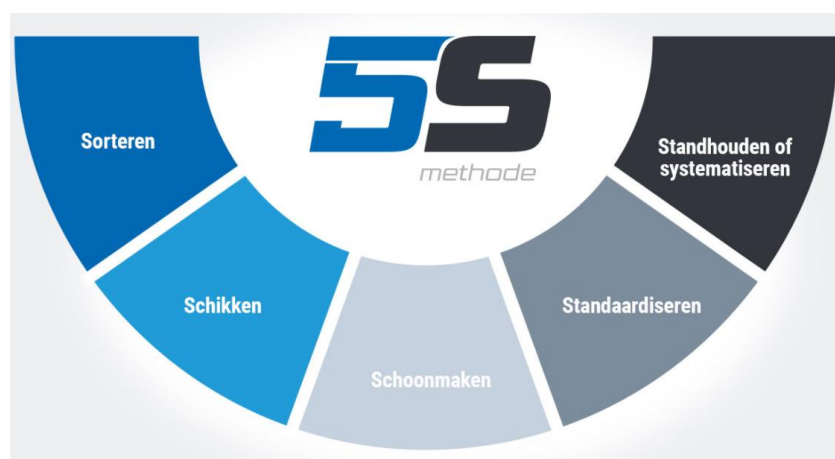
Zoals het betaamd behoort er teruggekeken te worden op het ontwerp ter lering ende vermaak. Daartoe heb ik 3 tops en 3 tips gedefinieerd. Ik heb een werktuigbouwkunde-opdracht en dit is dan ook mijn eerste elektrobord-oefening, maar hopelijk niet de laatste.

### 4.7.1. 3 Tops

- Nette uitvoering, waarbij de elektrabuis strak gebogen is en de bedrading correct is gestript (tussen 10 en 15 mm, zonder inkerving) en gelast. In mijn beleving is dit van groot belang, want je moet immers als docent de meest optimale, juiste en veilige werkmethode doceren.
- Inhoud op juiste niveau (afgestemd op het vmbo-niveau) en een duidelijke link met de werkelijke praktische uitvoering.'
- Door de goede werkvoorbereiding ondervond ik bij het opbouwen weinig tegenslag en kwam dit een structurele uitvoering ten goede.

### 4.7.2. 3 Tips

- Tijdens het plaatsen van de componenten bleek dat een paar posities toch nog aangepast moesten worden. Ondanks een goede voorbereiding is het dus belangrijk de opdrachten van PTA (Programma van Toetsing en Afsluiting) ook zelf te bouwen. Hiermee doe je als docent ook weer meer ervaring mee op.
- Niet alle componenten waren voor handen, zoals tl-lampen. Ik had meer kunnen doen met de schakeling van de ventilatie (bijvoorbeeld met afvalvertraging o.i.d.) en aansturing met programmeerbare thermometer voor de vloerverwarming. De opdracht kan natuurlijk altijd nog hiermee uitgebreid worden.
- Er is nog veel winst te halen in de organisatie van ons magazijn. Mijn gedachten gaan uit hiervoor het 5S-systeem toe te passen. Voor onze leerling zal dit duidelijkheid scheppen. Bovendien is de kans groot dat ze in het bedrijfsleven hier later mee te maken krijgen.



Figuur 73 5S bron:Innovatieve werkplekorganisatie in het voertuig | mySortimo.nl



### 4.7.3. Presentatiefilm c.q. pitch

In navolgende filmpje heb ik mijn bordopdracht, als zijnde een pitch, toegelicht.

[https://youtu.be/LhzY9\\_K7-9M](https://youtu.be/LhzY9_K7-9M)

## 5. Uitwerking van vmbo-opdrachten

### 5.1. Inleiding vmbo-opdracht

Je gaat bij deze opdracht het elektra aanleggen voor een nieuw in te richten badkamer. Uiteraard ga je dit niet in het echt doen, maar ga je (zoals je gewend bent) dit namaken op jouw experimentbord.

### 5.2. Tijd en beoordeling

- Voor deze opdracht staat 15 uur.
- Jouw eindcijfer bestaat voor:
  - 50% van de bordopdracht
  - 50% van de eindtoets

### 5.3. Voorbereiding:

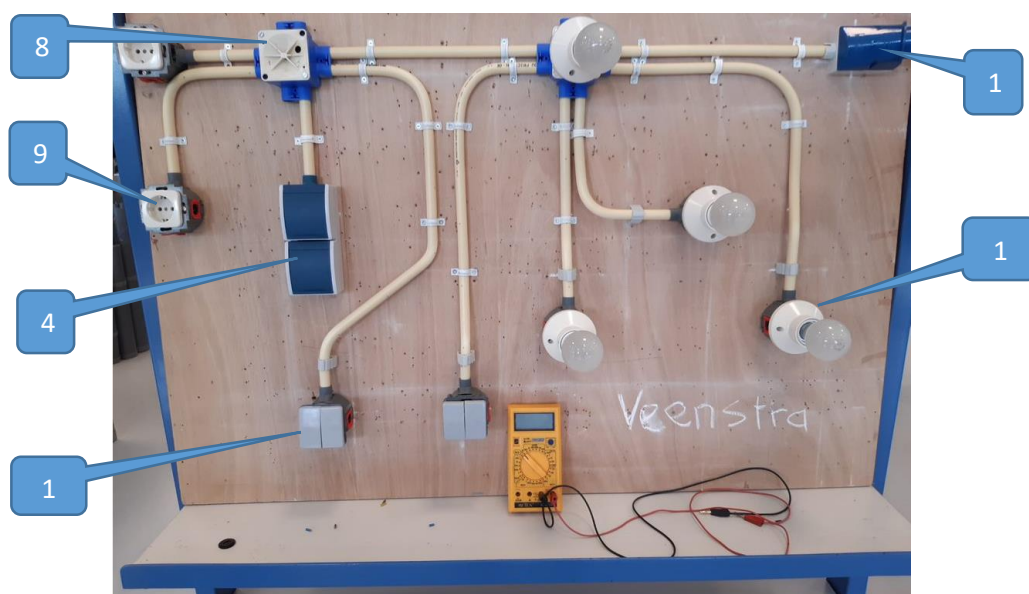
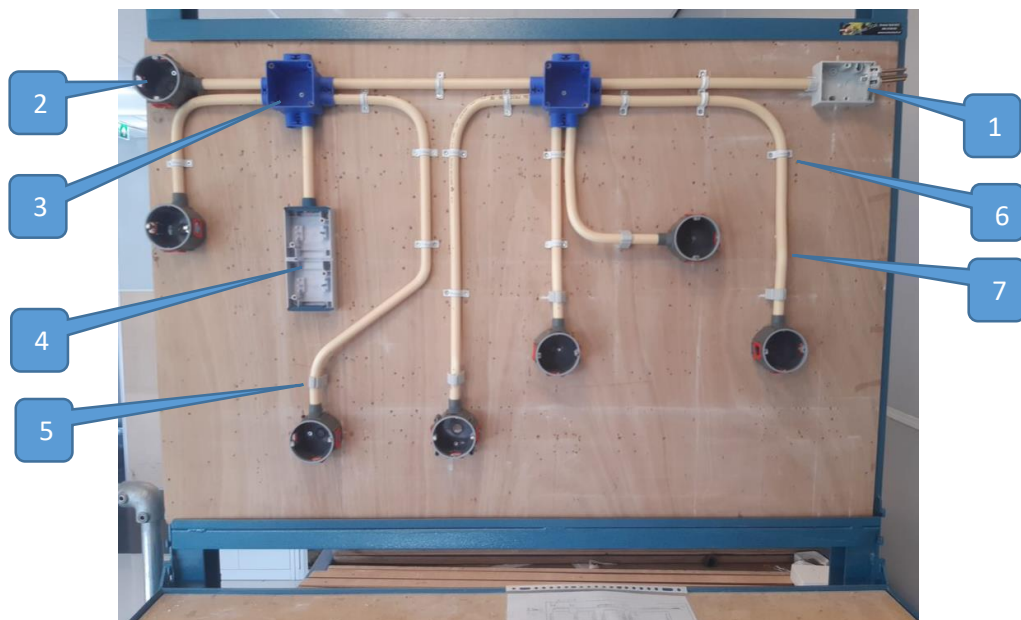
Voordat je aan de slag gaat met deze opdracht moet de volgende projecten in Elodigitaal met een voldoende hebben afgerond:

- **Practicum basisschakelingen**, met de theorielessen:
  - Inleiding in de elektrotechniek.
  - Veiligheid en practicumregels.
  - Werken met de practicumopstelling.
  - Elektrotechnische tekeningen.
  - Tekeninglezen Stroomkringschema.
  - Enkelpolige schakelaar.
  - WCD (Wandcontactdoos) met BC (Bescherminingscontact = aarde)
  - Serieschakelaar.
  - Wisselschakelaar.
- **Kennismaken met elektro**, met de theorielessen:
  - Kennismaken met begrippen.
  - Kennismaken met aftekenen.
  - Kennismaken met monteren.
  - Kennismaken met draadtrekken.
  - Kennismaken met aansluiten.
  - Spanningsmeten WCD.
- **WCD's en enkelpolige schakeling**, met de theorielessen:
  - Wat is elektriciteit?
  - Gevaren en afspraken!
  - De installatie in de woning.
  - Wat zijn wandcontactdozen (WCD)?
  - Wat is schakelen?
  - Centraaldozen en inbouwdozen gebruiken.
  - Installatiebuis gebruiken.
  - Aftekenen.
  - Installatiedraad gebruiken.
  - Inbouwmateriaal gebruiken.
  - Draadsymbolen gebruiken op een installatietekening.
  - Draadlengtes uitrekenen.

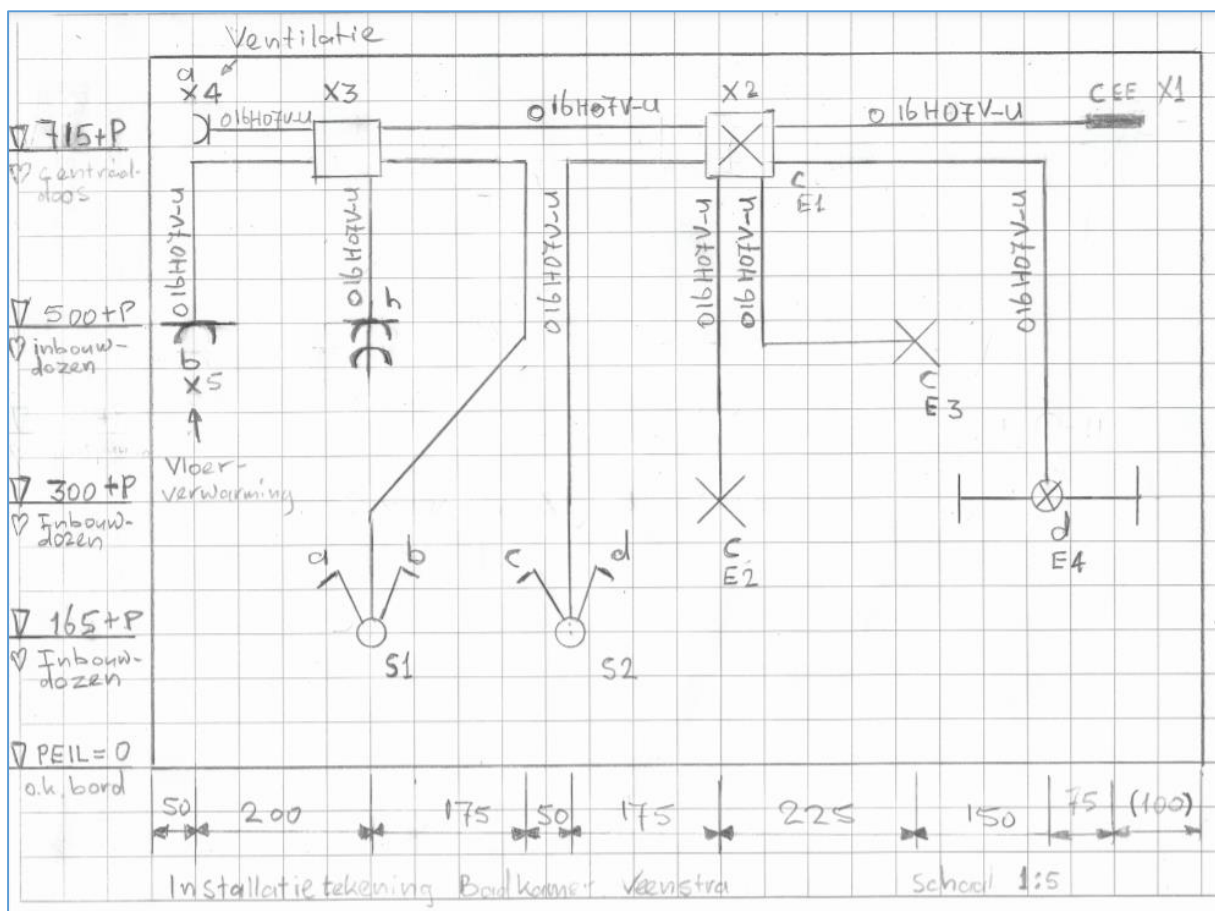
## 5.4. Project Badkamer met serieschakelingen

Als je de voorgaande 3 projecten (in vorig, of dit schooljaar) met een voldoende hebt afgerond kun je starten met dit project in Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.elodigitaal.nl) zodra de docent deze voor jou heeft klaargezet. Enkele theorielessen zijn al in de vorige projecten behandeld, maar opfrissing van jouw geheugen kan nooit kwaad.

- **De badkamer met serieschakelingen**
  - Theorieles: E-voorziening in de woning.
  - Theorieles: Installatietekening.
  - Theorieles: Leren werken met een bedradingschema.
  - Theorieles: Waarom maak je een materiaalstaat?
  - Theorieles: Hoe maak je een materiaalstaat (turf- en staffelijst).
  - Turflijst maken: Vul het juiste nummer en het aantal in op de tabel op volgende bladzijde.



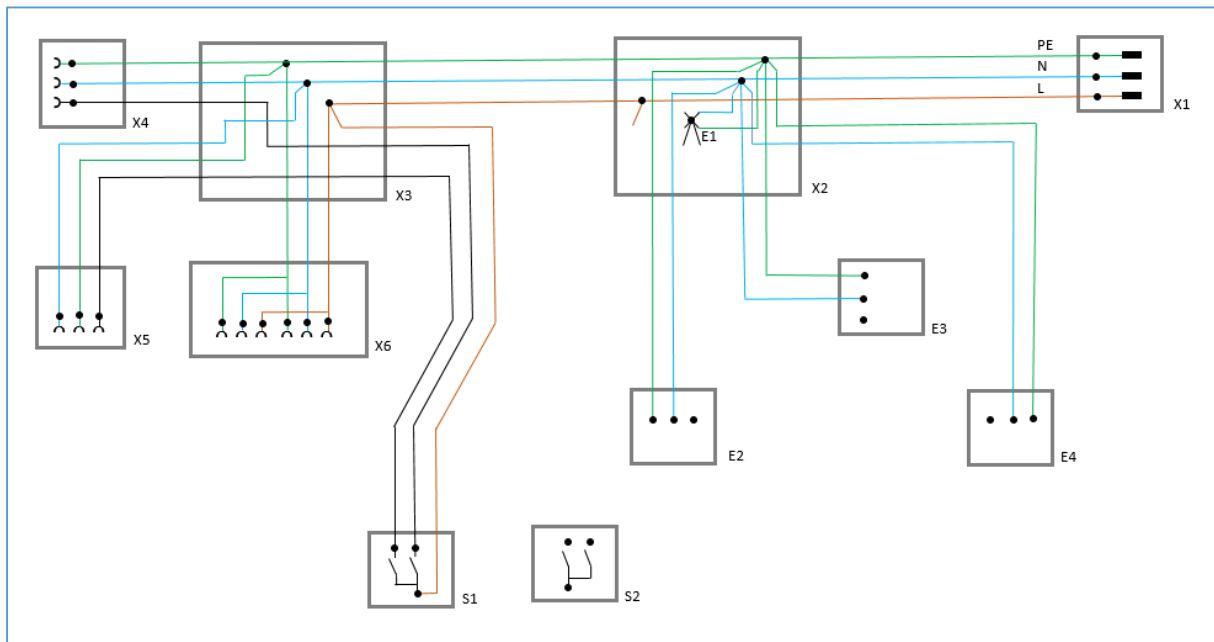
Component	Nr.	Aantal
Centraaldoos met gelijkliggende spruiten, vierkant, H = 55 mm		
Schroefbeugel Ø16		
Plafondlamphouder		
Klembeugel		
Wandcontactdoos 2-voudig met RA; spatwater dicht (IP 54) opbouw		
CEE contactstop 16A 2P+PE 230V		
Serieschakelaar inbouw		
Inbouwdoos 50 mm		
Centraaldoosdeksel met aansluitklem, vierkant		
Wandcontactdoos met RA		
Crèmekleurige PVC-buis Ø16 (5/8") <i>Opmerking: aantal meters berekenen a.d.h.v. onderstaande installatietekening</i>		



Figuur 74 Installatietekening bordopdracht

- Vervolg turflijst maken: Nu moet je nog bepalen hoeveel 5-voudige lasklemmen je nodig hebt. Dit doe je aan de hand van het bedradingschema; zie X2 en X3. Op sommige punten komen 6 draden bij elkaar. Hoe lossen we dit op? Als je klaar bent kun je met de turflijst jouw materialen uit het magazijn verzamelen.

- **Oefening:** Het bedradingsschema is helaas niet volledig. Teken de ontbrekende fase- en schakeldraden. Gebruik eventueel kleurpotloden.



Figuur 75 Bedradingsschema bordopdracht

- Theorieles: Buigen en beugelen van elektrabuis.
- Theorieles: Aftekenen.
- Ga nu de D-toets 1 maken in Elodigitaal, om jouw opgedane kennis te testen.
  - Ga aan de hand van de feedbackvragen naar welke theorielessen je weer wat moet oprissen.
- **Je gaat nu, naast de theorielessen, ook met de praktijk bezig:**
  - Aftekenen en monteren aan de hand van installatietekening (fig. 69).
  - Theorieles: Draadsymbolen gebruiken op installatietekening.
  - Theorieles: Draadlengtes berekenen
  - **Oefening:** Bereken de draadlengtes a.d.h.v. de installatietekening (fig. 69).
  - Bedraden en aansluiten aan de hand van installatietekening (fig. 69) en bedradingsschema (fig. 70).
  - Theorieles: Werkstuk spanningsloos testen (continuïteitsmeting).
  - Ga nu de D-toets 2 maken in Elodigitaal, om jouw opgedane kennis te testen.
    - Ga aan de hand van de feedbackvragen naar welke theorielessen je weer wat moet oprissen.
  - **Controle bordopdracht:** Je gaat nu de continuïteitsmeting a.d.h.v. van de steeklijst (volgende bladzijde) doen. Als het niet in orde is ga dan de fout opzoeken en herstellen.

Steeklijst										Gemeten leerling	Antwoord docent
X1:L	Naar	X2:L	naar	X3:L	Naar	S1:L					1
X1:L	Naar	X4:L									2
X1:L	Naar	X5:L									2
X2:L	Naar	S2:L									1
X1:L	Naar	E1:L									2
X1:L	Naar	E2:L									2
X1:L	Naar	E3:L									2
X1:L	Naar	E4:L									2
X1:L	Naar	X6:L1:L2									1
X1:N	Naar	X2:N	Naar	E4:N	Naar	E3:N	Naar	E2:N			1
X2:N	Naar	X3:N	Naar	X6:N1:N2	Naar	X4:N	Naar	X5:N			1
X1:PE	Naar	X2:PE	Naar	E4:PE	Naar	E3:PE	Naar	E2:PE			1
X2:PE	Naar	X3:PE	Naar	X6:PE1:PE2	Naar	X4:PE	Naar	X5:PE			1
0 = niet verbonden					Geen pieptoon						
1 = altijd verbonden					Pieptoon						
2 = door te schakelen verbonden of verbroken					Pieptoon, geen pieptoon, enz.						

### 5.4.1. Beoordeling bordopdracht

- Nu ga je jouw bordopdracht zelf beoordelen in Elodigitaal, door ieder criterium te beoordelen met het aankruisen van het aantal rondjes.
- Daarna laat je de docent jouw bordopdracht beoordelen.

Criterium	Leerling	Docent	Weging
er is strak en volledig afgetekend	00000	00000	1x
de componenten zijn op de goede positie aangebracht	00000	00000	2x
de componenten zijn goed gemonteerd	00000	00000	1x
de buizen zijn goed aangebracht	00000	00000	2x
de bochten en bajonetten zijn goed gebogen	00000	00000	3x
de installatie werkt naar behoren	00000	00000	3x
de installatie is goed afgemonteerd	00000	00000	1x
de onderdelen zijn goed aangesloten	00000	00000	2x
de lassen zijn goed gemaakt	00000	00000	2x
het bedradingschema is netjes afgetekend.	00000	00000	1x
de leerling kan de spanning van X6 op een veilige manier meten (meter instellen, goede bussen)	00000	00000	2x
de leerling kan bepalen op welke bus van X6 de fasedraad is aangesloten door een spanningsmeting	00000	00000	2x
de werkhouding is goed	00000	00000	2x
<b>Gemiddelde cijfer</b>			

## 5.4.2. Eindtoets

**Wat is de naam van dit onderdeel?**

<input type="checkbox"/>	Elektriciteitsmeter
<input type="checkbox"/>	Gasmeter
<input type="checkbox"/>	Watermeter
<input type="checkbox"/>	Datameter



**Wat is de naam van dit onderdeel?**

<input type="checkbox"/>	Hoofdzekering
<input type="checkbox"/>	Hoofdaansluitkast
<input type="checkbox"/>	Verdeelinrichting
<input type="checkbox"/>	Meterbord



**Welke eenheid gebruiken de energieleveranciers voor energie?**

<input type="checkbox"/>	Watt
<input type="checkbox"/>	Kuub
<input type="checkbox"/>	Kilowattuur
<input type="checkbox"/>	Joule

**Welke draadsymbolen zijn hier getekend?**




**Stelling 1: Een centraaldoos wordt altijd in het midden van de ruimte geplaatst.**

**Stelling 2: In een centraaldoos plaats je een wandcontactdoos.**

<input type="checkbox"/>	Alleen 1 juist
<input type="checkbox"/>	Allebei juist
<input type="checkbox"/>	Allebei onjuist
<input type="checkbox"/>	Alleen 2 juist



Op een tekening staat 1:50. Je meet op de tekening dat een ruimte 40 mm is.

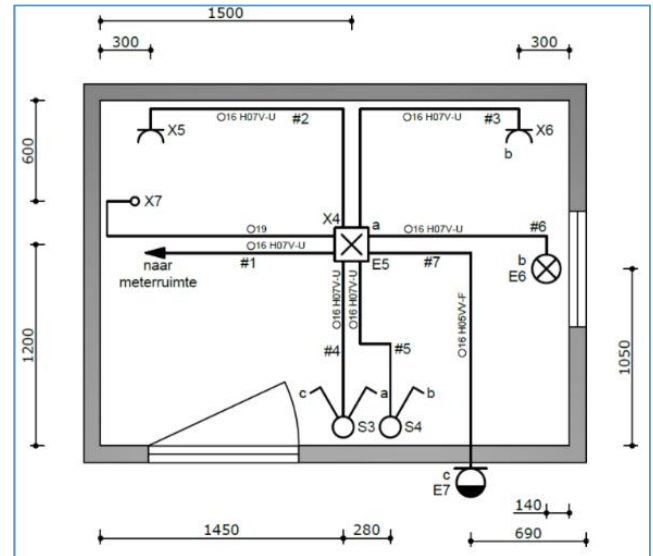
Reken uit hoe groot de ruimte in het echt is.

 mm

De schakelaar komt op 1050+ en de wcd op 150+. Ze zitten recht boven elkaar. Hoeveel mm meet je tussen de schakelaar en de wcd?

 mm

Hoever zit de inbouwspot uit het raamkozijn?

 mm


Hoever komt de buitenlamp die door S3 geschakeld wordt uit de rechterhoek te hangen?

 mm

Geef de unieke code van de WCD die wordt geschakeld. Gebruik een hoofdletter en een cijfer!

Hoeveel draden zitten er in buis #4?

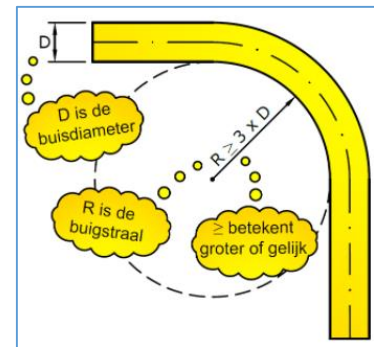
Hoeveel draden zitten er in buis #5?

Hoeveel draden zitten er in buis #2?

Geef de unieke code van het lichtpunt onder de centraaldoos. Gebruik een hoofdletter!

Geef de unieke code van de schakelaar die de inbouwspot schakelt. Gebruik een hoofdletter!

Reken uit wat de buigstraal minimaal moet zijn van een buis met een diameter van 16 mm.



Wanneer gebruik je flexibele buizen?

<input type="checkbox"/>	Als er waterdichte aansluiting moeten worden gemaakt
<input type="checkbox"/>	Als er draad i.p.v. kabel gebruikt wordt
<input type="checkbox"/>	Als er allerlei moeilijke bochten gemaakt moeten worden
<input type="checkbox"/>	Als er kabel i.p.v. draad gebruikt wordt

Wat is het nut van de Low Friction buis?

<input type="checkbox"/>	Dat er meer draden doorheen getrokken moeten worden
<input type="checkbox"/>	Dat de buizen makkelijk te buigen zijn
<input type="checkbox"/>	Dat de draden er makkelijk doorheen glijden
<input type="checkbox"/>	Dat de buizen niet snel knikken

Welk buisniveau gebruik je om zuiver verticale lijnen af te tekenen?

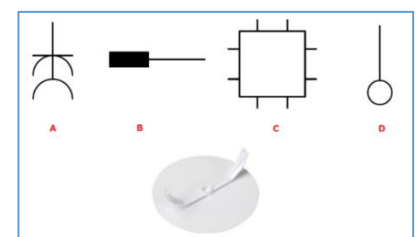


Stelling 1: Op een bedradingsschema zet je ook maten.

Stelling 2: Een bedradingsschema volgt wel de vorm van de buizen.

<input type="checkbox"/>	Alleen 1 juist
<input type="checkbox"/>	Allebei juist
<input type="checkbox"/>	Allebei onjuist
<input type="checkbox"/>	Alleen 2 juist

Bij welk symbool kun je het afgebeelde onderdeel gebruiken?

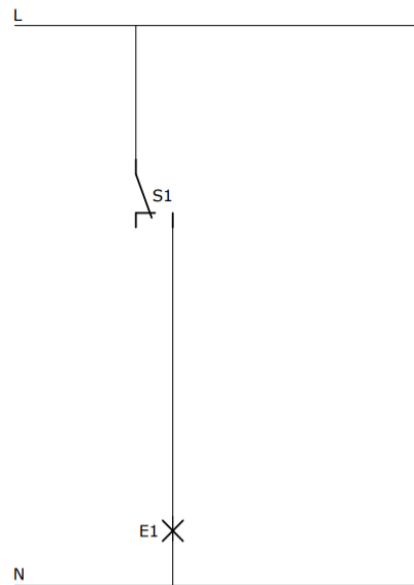


- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

### 5.4.3. Herhaling werken met stroomkringschema's & meten



In de vorige schooljaar heb je het project "werken met stroomkringschema's" gedaan. Om je beter voor te bereiden op het Centraal Schriftelijk Praktijk Examen (CSPE) is het belang om delen van de 4 verplichte modules te herhalen en te oefenen. Je doet opdracht 1, 5 en 8, die waarvan je de meetwaarden en de berekeningen invult op meetformulier (bijlage D). De oefeningen doe je achter één van de experimenteerborden.

#### Opdracht 1



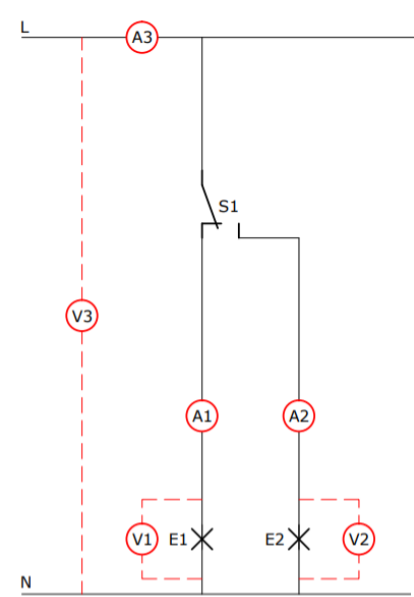
**Werkvolgorde:** Tijdsduur 15 minuten

- Pak de benodigheden:  
1 st. wisselschakelaar  
1 st. lamp  
1 st. bruine snoer  
1 st. zwarte snoer  
1 st. blauwe snoer
- Bouw deze schakeling op.
- Laat de docent de voeding inschakelen.**
- Zet de schakelaar zo dat de lamp uit is.
- Je gaat de tabel invullen. Begin met rij #1.  
*Schakelaar S1 staat al goed.*  
Als de lamp nu uit is dan vul je een 0 in.  
Als de lamp nu aan is dan vul je een 1 in.
- Zet schakelaar S1 om.  
De schakelaar is dan bediend.  
Vul nu rij #2 in.

0 = lamp uit   
1 = lamp aan 



#1	S1 onbediend				E1
#2	S1 bediend				

#### Opdracht 5



**Werkvolgorde:** Tijdsduur 20 minuten

- A** Bouw de schakeling op.  
De **Ampèremeters** moeten in de schakeling opgenomen worden.
- V** Sluit de Voltmeters aan. (grijs gestreept lijnen)
- Laat de docent de voeding inschakelen.**
- Zorg dat in het begin lamp E1 aan is.
- Voer de metingen uit.  
**Noteer ook de eenheid!**

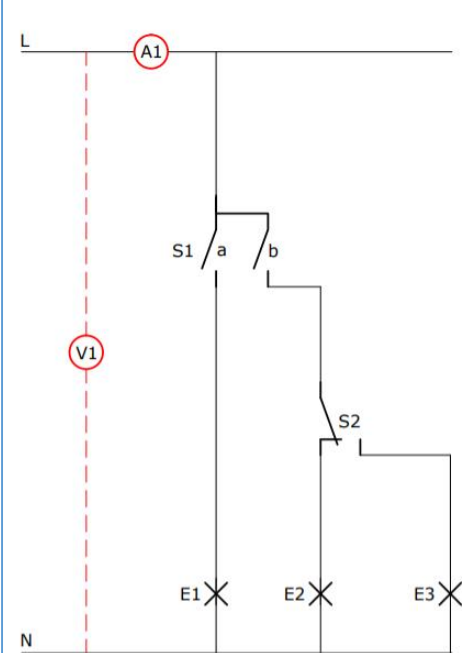
0 = lamp uit   
1 = lamp aan 

		E1	E2	V1	A1
S1 onbediend		1			
S1 bediend					

		V2	A2	V3	A3
S1 onbediend					
S1 bediend					



Er kan maar 1 stroomkring tegelijk ingeschakeld zijn, dus A3=A2 en A3=A2. Als er 2 dezelfde lampen worden gebruikt worden, dan geldt A3=A2=A1

## Opdracht 8



**Werkvolgorde:** Tijdsduur 30 minuten

- Bouw de schakeling op.  
Zorg dat je de meters op de juiste manier aansluit.
- Laat de docent de voeding inschakelen.**
- Zorg dat aan het begin alle lampen uit zijn.
- Voer de metingen uit.  
**Noteer ook de eenheid!**

0 = lamp uit   
1 = lamp aan 

	E1	E2	E3	V1	A1	P
S1 en S2 onbediend						
alleen S1-a bediend						
alleen S1-b bediend		1				
alleen S1-a en S1-b bediend						
S1-a, S1-b en S2 bediend						

- Bereken het vermogen (P) in de laatste kolom:

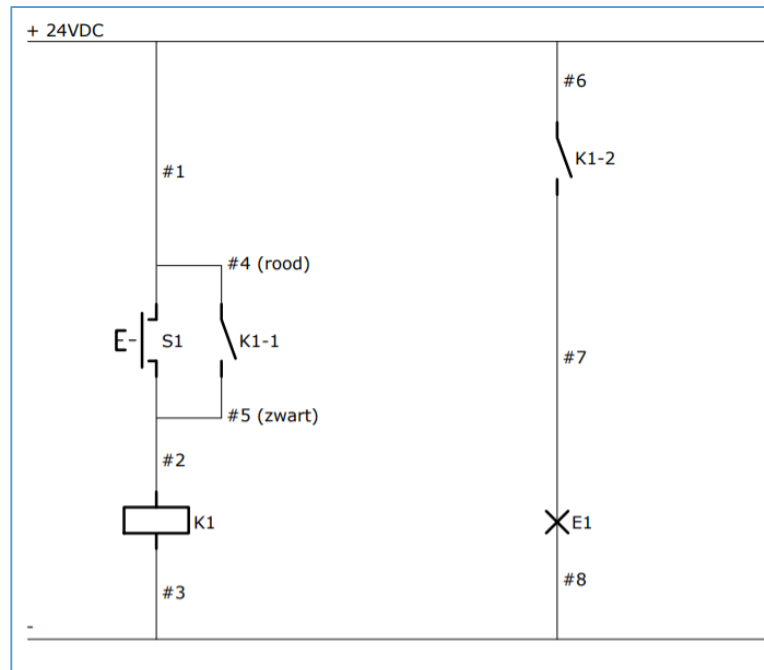
Gebruik de formule  $P = U \times I$   
Vermogen (P) = Spanning (U) x Stroom (I)

Figuur 76 • Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.elodigitaal.nl)

- Als blijkt dat je de niet binnen de gestelde tijden deze opdrachten te maken, of er moeite mee had, ga je in overleg met de docent alle 8 opdrachten maken.
- Bron: Methode Elodigitaal [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volgsysteem.elodigitaal.nl)

## 5.4.4. Herhaling: Opbouwen van een relaisschakeling, met een overnamecontact

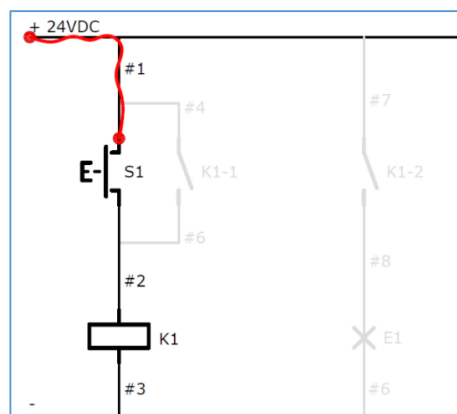
Om dezelfde reden, genoemd in §5.4.3., ga je een overnamecontact bij een relaisschakeling, achter het experimenteerbord, opbouwen.



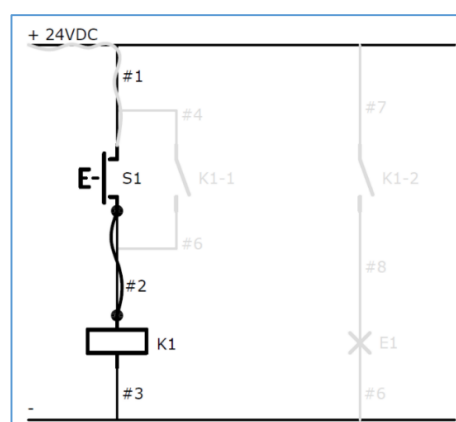
- **Probeer deze schakeling op te bouwen a.d.h.v. alleen het stroomkringschema.**
- **Lukt dit niet, doorloop dan nog een keer de navolgende stappen in §5.4.4.1.**
- **Ga weer, in overleg met de docent, de schakeling opbouwen a.d.h.v. alleen het stroomkringschema. HET IS BELANGRIJK DAT JE BEGRIJPT HOE EEN OVERNAMESCHAKELING WERKT!**

### 5.4.4.1. Systematisch opbouw van overnamecontact

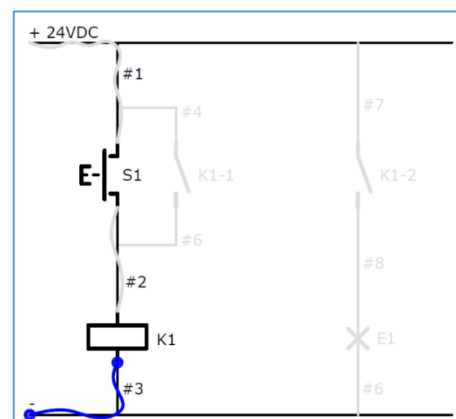
Werk van boven naar beneden. Sluit een rood snoer op de voeding aan. Volg daarna de lijn op de tekening, totdat je het eerste symbool tegenkomt. Dat is de indrukker. Sluit nu de snoer aan op de indrukker.



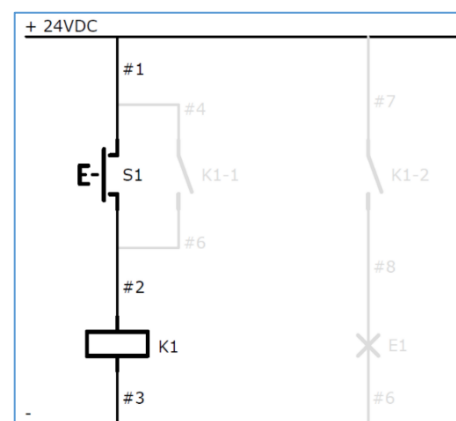
Pak een zwart snoer en sluit deze aan op het andere aansluitpunt van de indrukker. Volg je schema naar het volgende symbool. Dat is de bovenkant van de spoel. Sluit daar het snoer ook op aan.



Nu moet je de onderkant van de relaispoel aansluiten op de voeding (-). Je moet dan een blauwe draad pakken.



Je hebt in 1 lijn van boven naar beneden gewerkt. Je maakt als het ware van de onderdelen een ketting.

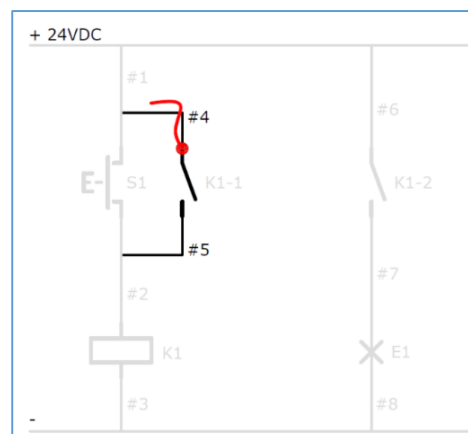


Nu ga je het overnamecontact aansluiten. Hier moet je een beetje handigheid in krijgen.

Je ziet bij het overnamecontact K1-1 staan. Dat betekent dat je op relais K1 het eerste wisselcontact moet gebruiken.

Sluit een draad aan op het gezamenlijke aansluitpunt van wisselcontact 1.

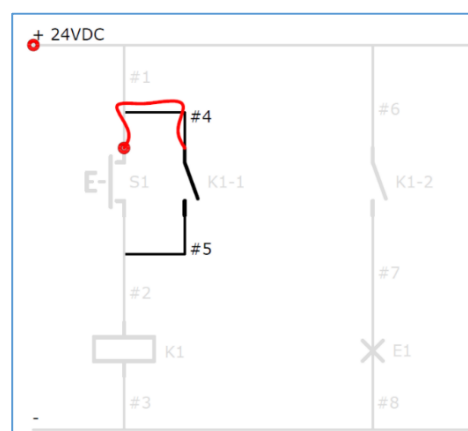
Dat doen we omdat in het schema de "scharnierende" kant van het contact aan de bovenkant getekend is.



De andere kant van het snoer moet je nog aansluiten.

Op de tekening zie je dat het snoer verbonden moet worden met de snoer die van de voeding (+24V) naar de indrukker loopt.

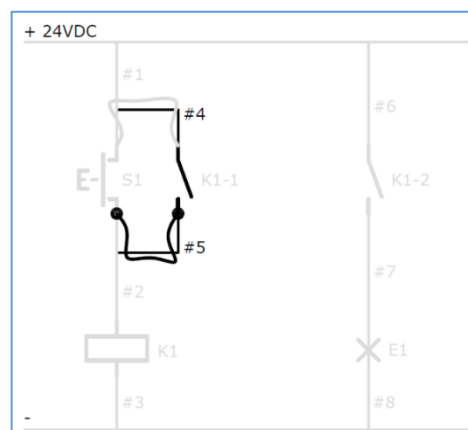
Je mag dan kiezen of je het snoer aansluit op de indrukker of op de voeding (+24V). Dit is hetzelfde, omdat allebei de punten aan elkaar gemaakt zijn door de rode snoer.



Nu moet in het schema de onderkant van het overnamecontact nog aangesloten worden.

Je ziet dat het overnamecontact een maakcontact is. Je moet het snoer dus aan de maakkant van wisselcontact 1 aansluiten.

De andere kant van het snoer moet verbonden worden met de draad tussen de indrukker en de bovenkant van de spoel. Je mag dus kiezen op de onderkant van de indrukker of de bovenkant van de spoel.



- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))



## Slot en nawoord

Zoals ik in de inleiding al aanhaalde is het een behoorlijk uitgebreid verslag geworden, waarmee ik mijn basale kennis op het gebied elektrotechniek een behoorlijke boost heb gegeven.

Daarnaast heb ik, met het ontwerpen en maken van de bordopdracht van onze badkamer me kunnen bekwamen op het gebied van buigen, strippen, spanningsloos meten, enz. enz. Mede hierdoor ben ik als docent gegroeid en beweeg me veel meer (dan voorheen) in de Elektrohoek van ons PIE-lokaal en heb zelfvertrouwen verkregen door boven de vmbo-stof komen te staan.

Kortom, bij het uitwerken van deze opdracht heb ik veel geleerd en laat het nut van de opleiding Professionaliseringstraject PIE zien. Daarbij is mijn insteek niet om opdrachten maar af te “rafelen” voor het “papiertje” en vervolgens de oude weg te blijven vervolgen. Ik ben breder inzetbaar geworden, wat de waarde van een docent verhoogt. Bovendien straal je dan ook meer zelfvertrouwen en rust uit, tijdens de lessen, naar de leerlingen toe.

Zoals al eerder aangehaald in dit verslag nog even de tops en de tips, bij het ontwerpen en maken van de bordopdracht, op een rijtje:

### TOPS

- Nette uitvoering, waarbij de elektrabuis strak gebogen is en de bedrading correct is gestript (tussen 10 en 15 mm, zonder inkerving) en gelast. In mijn beleving is dit van groot belang, want je moet immers als docent de meest optimale, juiste en veilige werkmethode doceren.
- Inhoud op juiste niveau (afgestemd op het vmbo-niveau) en een duidelijke link met de werkelijke praktische uitvoering.’
- Door de goede werkvoorbereiding ondervond ik bij het opbouwen weinig tegenslag en kwam dit een structurele uitvoering ten goede.

### TIPS














- Tijdens het plaatsen van de componenten bleek dat een paar posities toch nog aangepast moesten worden. Ondanks een goede voorbereiding is het dus belangrijk de opdrachten van PTA (Programma van Toetsing en Afsluiting) ook zelf te bouwen. Hiermee doe je als docent ook weer meer ervaring mee op.
- Niet alle componenten waren voor handen, zoals tl-lampen. Ik had meer kunnen doen met de schakeling van de ventilatie (bijvoorbeeld met afvalvertraging o.i.d.) en aansturing met programmeerbare thermometer voor de vloerverwarming. De opdracht kan natuurlijk altijd nog hiermee uitgebreid worden.
- Er is nog veel winst te halen in de organisatie van ons magazijn. Mijn gedachten gaan uit hiervoor het 5S-systeem toe te passen. Voor onze leerling zal dit duidelijkheid scheppen. Bovendien is de kans groot dat ze in het bedrijfsleven hier later mee te maken krijgen.


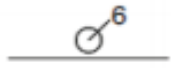




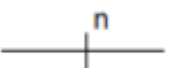

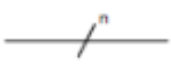
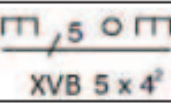
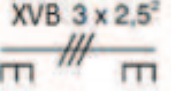
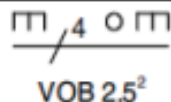

Film van de toelichting c.q. pitch: [https://youtu.be/LhzY9\\_K7-9M](https://youtu.be/LhzY9_K7-9M)

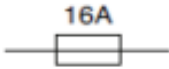

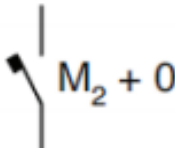

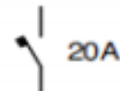




Tot slot wil ik collega's van dr. Aletta Jacobs College (C. Toren, R. Ahlers, J. Kuiler & I. Uzel) en docenten (H. Spaan & Michel Greven) van Windesheim bedanken voor raad en ondersteuning. En (last but not least) K. Pennings voor hun overzichtelijk digitale methode: Elodigitaal, waarmee ik veel van heb geleerd.









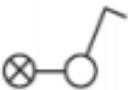



6 mei 2021, Rense Veenstra






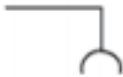
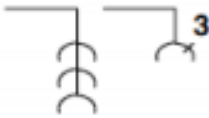
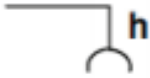
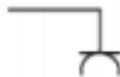
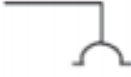




## Bijlage A: Elektrosymbolen

<i>A. Algemeenheden Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Gelijkstroom	
Wisselstroom (algemeen symbool)	
Eenfasige wisselstroom	<b>1</b> 
Driefasige wisselstroom	<b>3</b> 
<i>B. Elektrische toestellen Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Algemene voorstelling van een schakel- en verdeelbord	
Voorbeeld van een schakel- en verdeelbord met 5 elektrische leidingen	
Doos, in bouwdoos Algemeen symbool	
Verbindingsdoos, aftakdoos, aansluitdoos	
Aftakkast	
Aardingsonderbreker	
<i>C. Leidingen Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Elektrische leiding Algemeen symbool	
Ondergrondse elektrische leiding	
Elektrische luchtleiding	






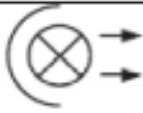




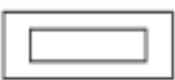



<i>C. Leidingen</i> <i>Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Elektrische leiding in een buis	
Voorbeeld van een bundel van zes buizen	
Elektrische leiding in een wand	
Elektrische leiding op een wand	
Elektrische leiding geplaatst in een buis in een wand	
Twee elektrische leidingen	
n elektrische leidingen	
Elektrische leiding met 3 geleiders	
Elektrische leiding met n geleiders	
Opm: n geeft altijd het totaal geleiders, inbegrepen de eventuele nulgeleider en de beschermingsgeleider	
<b>Voorbeelden:</b>	
XVB-kabel met 5 geleiders (inbegrepen de eventuele nulgeleider en de beschermingsgeleider) van 4 mm <sup>2</sup> geplaatst in een buis in een wand	 XVB 5 x 4 <sup>2</sup>
XVB-kabel met 3 geleiders van 2,5 mm <sup>2</sup> op een wand	 XVB 3 x 2,5 <sup>2</sup>
4 VOB-geleiders waarvan de geleiders een doorsnede van 2,5 mm <sup>2</sup> hebben. Het geheel is geplaatst in een buis in een wand	 VOB 2,5 <sup>2</sup>
<i>D. Beschermingstoestellen</i> <i>Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Smeltveiligheid	




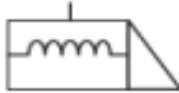


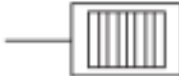





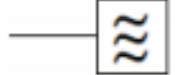
<b>D. Beschermingstoestellen</b> <b>Beschrijving</b>	<b>Symbol</b>
Smeltveiligheid met een nominale stroomsterkte van 16 A	
Automatische schakelaar of uitschakelaar. De hoofdletters naast dit teken, geven de werkingwijze van de uitschakelaar aan. Men gebruikt voor dit doel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de letter M voor het uitklinkmechanisme werkende bij maximumstroom;</li> <li>• de letter O voor het uitklinkmechanisme werkende bij gebrek aan spanning;</li> <li>• de letter Δ voor de differentieel-aardschakelaar met intensiteitsrelais.</li> </ul> Als de uitschakelaar voorzien is van verscheidene uitklinkmechanismen die onder verschillende omstandigheden werken, scheidt men de overeenkomende opschriften door het teken + (het aantal polen, beschermd door de uitklinkmechanismen, wordt als kenmerk aangegeven).	
Voorbeeld : Driepolige uitschakelaar voorzien van 2 uitklinkmechanismen werkende bij gebrek spanning.	
Differentieelstroominrichting ( $\Delta I_n=300\text{mA}$ )	
Kleine automatische schakelaar, $I_n=20\text{ A}$	
Aardelektrode, aarding	
<b>E. Schakelaars</b> <b>Beschrijving</b>	<b>Symbol</b>
Schakelaar Algemeen symbool	
Schakelaar met verklikkerlamp. De lamp brandt altijd en dient om de schakelaar in het duister terug te vinden	
Eenpolige schakelaar met vertraagde opening	







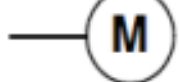


<i>E. Schakelaars</i> <i>Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Tweepolige schakelaar	
Driepolige schakelaar	
Eenpolige omschakelaar (dubbele aansteking: om twee stroombanen afzonderlijk te sluiten of te openen op een enkele plaats)	
Eenpolige wisselschakelaar (dubbele richting: om een stroombaan te sluiten of te openen op 2 plaatsen)	
Tweepolige wisselschakelaar (dubbele richting)	
Kruisschakelaar (laat toe een stroombaan te sluiten of te openen op een willekeurig aantal plaatsen in combinatie met twee wisselschakelaars op de twee uiteinden)	
Dimmer	
Eenpolige trekschakelaar	
Eenpolige schakelaar met signalisatielamp. De lamp brandt als het toestel, dat door deze schakelaar bediend wordt, werkt	
Drukknop	
Drukknop met verklikkerlamp. Om de drukknop in het duister terug te vinden	
Drukknop met afgeschermdde toegang (te breken ruit)	

<i>E. Schakelaars Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Minuterie	
Schakelklok, tijdschakelaar	
Impulsschakelaar	
Thermostaat	
Rondecontrole of elektrische slotvergrendelinrichting	
<i>F. Contactdozen Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Contactdoos Algemeen symbool	
Meervoudige contactdoos (voor drie stopcontacten)	
Half-waterdichte, waterdichte of hermetische contactdoos	
Contactdoos met contact voor beschermingsgeleider	
Contactdoos met kinderbescherming	
Contactdoos met contact voor beschermingsgeleider en met kinderbescherming	
Contactdoos met tweepolige schakelaar	
Contactdoos met tweepolige vergrendelingschakelaar	
Contactdoos met beschermingstransformator (bijvoorbeeld: stopcontact voor scheerapparaat)	



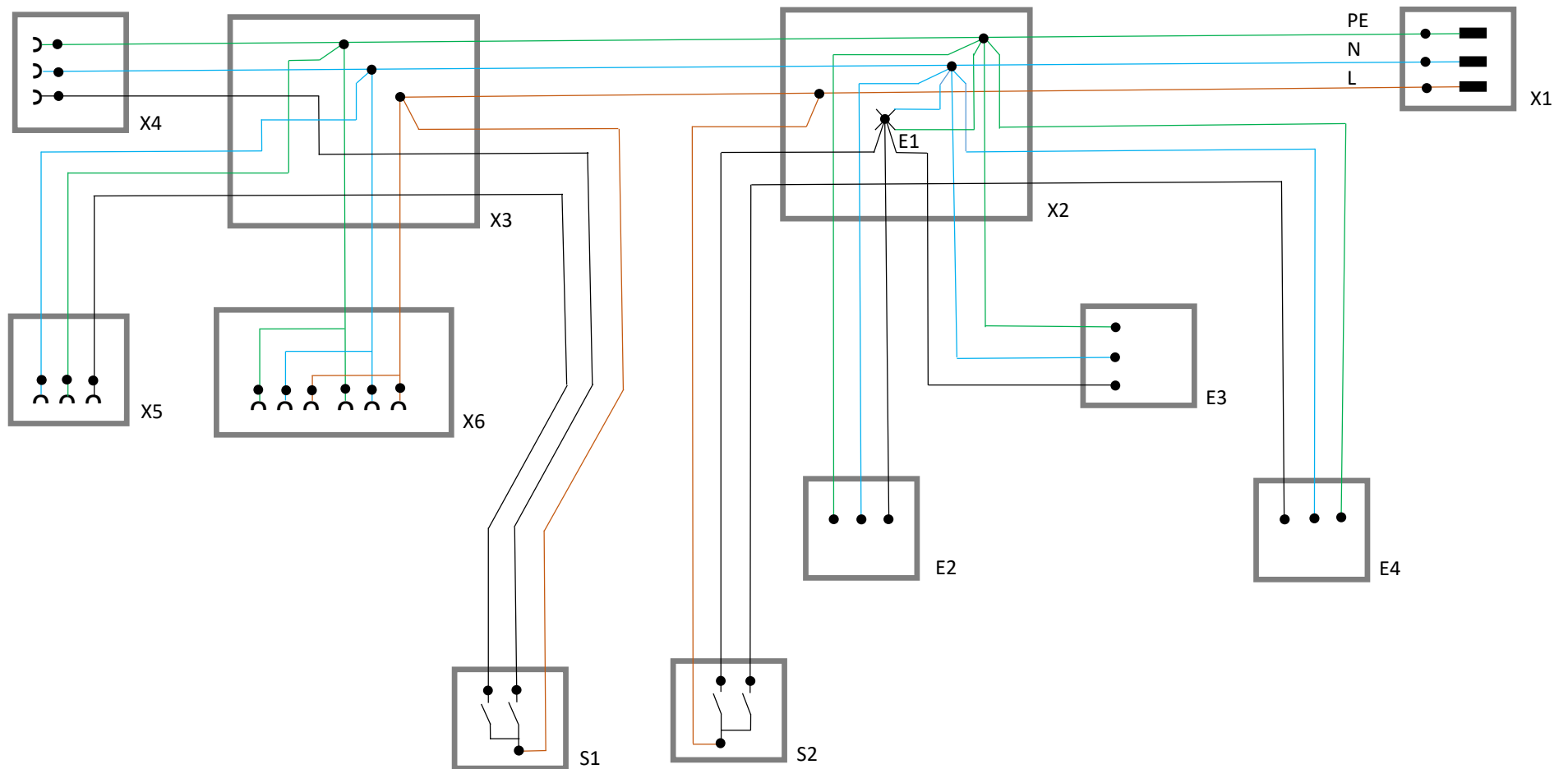
G. Gebruikstoestellen Beschrijving	Symbool
Aansluitpunt voor een verlichtingstoestel, voorgesteld met elektrische toevoerleiding. Lichtpunt.	
Aansluitpunt voor wandverlichtingstoestel	
Fluorescentie-armatuur Algemeen symbool	
Armatuur met 3 fluorescerende buislampen	
Projector Algemeen symbool	
Projector met weinig divergerende lichtbundel (spot- of zoeklicht)	
Projector met divergerende lichtbundel (floodlicht, bundellicht)	
Verlichtingsarmatuur met ingebouwde eenpolige schakelaar	
Noodverlichtingstoestel, aangesloten op een veiligheidsstroombaan	
Autonoom noodverlichtingstoestel	
Voorschakeltoestel voor ontladingslamp Wordt enkel gebruikt wanneer dergelijk toestel niet is ingebouwd	
Bel	
Zoemer	
Hoorn	

G. Gebruikstoestellen Beschrijving	Symbool
Sirene	
Horloge	
Moederklok	
Elektrisch (deur)slot	
Ventilator (voorgesteld met elektrische leiding)	
Verwarmingstoestel	
Verwarmingstoestel met accumulatie	
Verwarmingstoestel met accumulatie en ingebouwde ventilator	
Boiler	
Boiler met accumulatie	
Vast elektrohuishoudelijk toestel Algemeen symbool	
Elektrisch fornuis Elektrische kookplaat	
Microgolven	

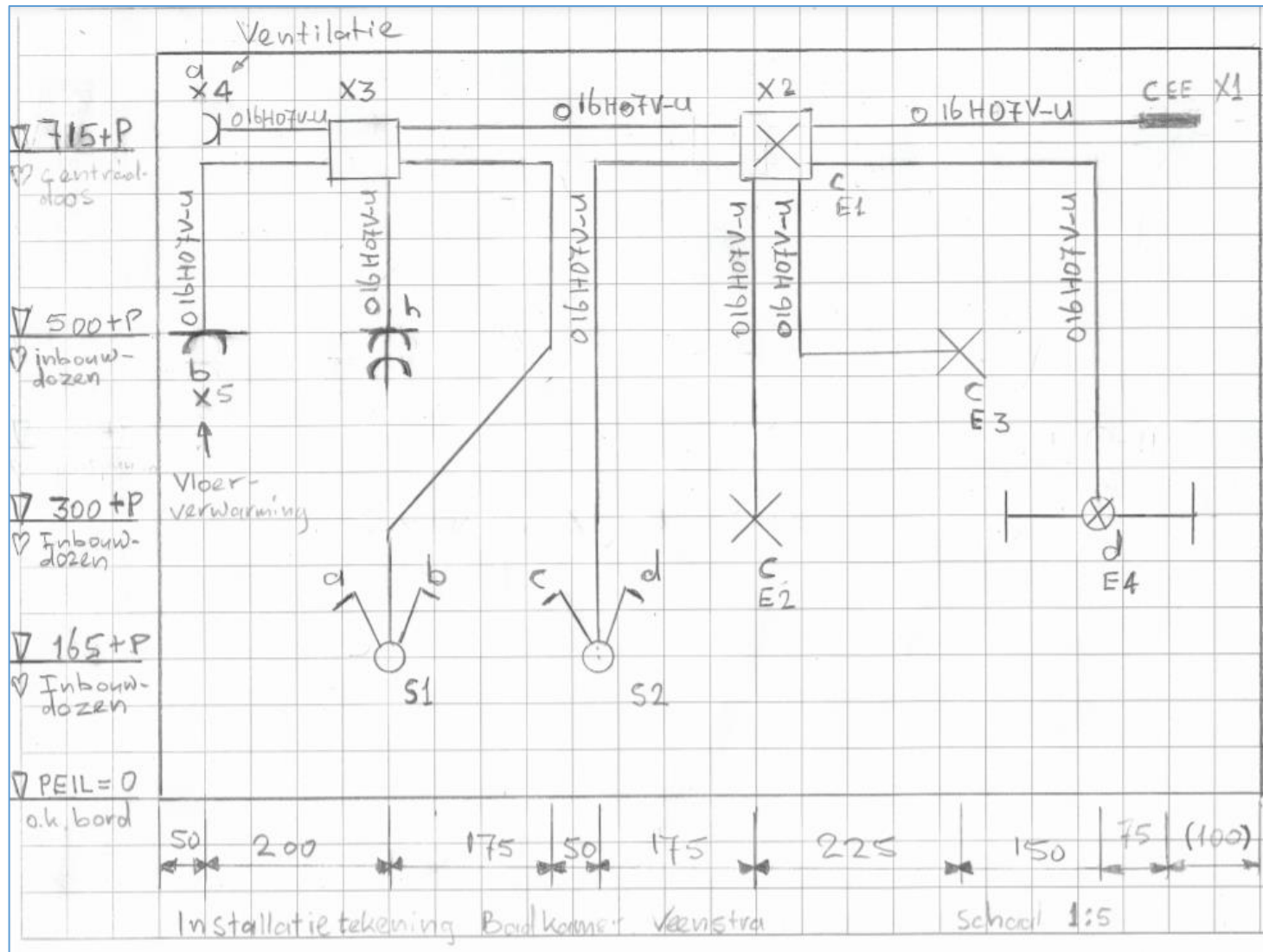
<i>G. Gebruikstoestellen</i> <i>Beschrijving</i>	<i>Symbol</i>
Elektrische oven	
Wasmachine	
Droogkast	
Afwasmachine	
Koelkast	
Diepvriezer	
Motor	
Transformator	
kWh-teller	

- Bron: <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Energy/Symboles-nl.pdf>

## Bijlage B: Bedradingschema bordopdracht



### Bijlage C: Installatietekening bordopdracht



## Bijlage D: Meetformulier: Werken met stroomkringschema & meten

**Project:**

Werken met een stroomkringschema & Meten

**Betreft:**

Invulformulier deel 1 - Opdracht 1 t/m 5

### Opgave 1

		E1
#1	S1 onbediend	
#2	S1 bediend	

### Opgave 2

	E1	V1	V2	V3
S1 onbediend				
S1 bediend				

### Opgave 3

	E1	V1	A1	A2
S1 onbediend				
S1 bediend				

### Opgave 4

	E1	E2	A1	V3	V1	V2
S1 onbediend						
S1 bediend						

### Opgave 5

	E1	E2	V1	A1	V2	A2	V3	A3
S1 onbediend	I							
S1 bediend								

Project:

Werken met een stroomkringschema & Meten

Betreft:

Invulformulier deel 2 - Opdracht 6 t/m 8

Opgave 6

	E1	E2	A1	V1	V2	V3
S1 onbediend						
S1-a bediend						
S1-b bediend						
S1-a en S1-b bediend						

$P_1 = \quad \quad \quad x \quad \quad =$

---

Opgave 7

	E1	E2	V1	A1	V2	A2	V3	A3
S1 en S2 onbediend								
alleen S1 bediend								
alleen S2 bediend								
S1 en S2 bediend								

P lamp E1 = 

---

P<sub>max</sub> = 

---

P lamp E2 = 

---

Opgave 8

	E1	E2	E3	V1	A1	P
S1 en S2 onbediend						
alleen S1-a bediend						
alleen S1-b bediend		I				
S1-a en S1-b bediend						
S1-a, S1-b en S2 bediend						

- Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elandigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elandigitaal.nl))



## Bijlage E: Antwoorden Werken met stroomkringschema & meten

**Project:**

Werken met een stroomkringschema & Meten

v10-06-2018

**Betreft:**

Correctie voorschrift deel 1 - Opdracht 1 t/m 5

### Opgave 1

		E1
#1	S1 onbediend	0
#2	S1 bediend	1

### Opgave 2

	E1	V1	V2	V3
S1 onbediend	0	23,0 V	23,0 V	0,0 V
S1 bediend	1	23,0 V	0,0 V	23,0 V

### Opgave 3

	E1	V1	A1	A2
S1 onbediend	0	0,0 V	0,0 A	0,0 A
S1 bediend	1	23,0 V	1,0 A	1,0 A

### Opgave 4

	E1	E2	A1	V3	V1	V2
S1 onbediend	0	0	0,0 A	23,0 V	0,0 V	0,0 V
S1 bediend	1	1	0,7 A	23,0 V	11,5 V	11,5 V

### Opgave 5

	E1	E2	V1	A1	V2	A2	V3	A3
S1 onbediend	1	0	23,0 V	1,0 A	0,0 V	0,0 A	23,0 V	1,0 A
S1 bediend	0	1	0,0 V	0,0 A	23,0 V	1,0 A	23,0 V	1,0 A

<b>Project:</b>
<b>Werken met een stroomkringschema &amp; Meten</b> <span style="float: right;">v13-01-2019</span>
<b>Betreeft:</b>
Correctie voorschrift deel 2 - Opdracht 6 t/m 8

**Opgave 6**

	E1	E2	A1	V1	V2	V3
S1 onbediend	0	0	0,0 A	0,0 V	0,0 V	23,0 V
S1-a bediend	1	0	1,0 A	23,0 V	0,0 V	23,0 V
S1-b bediend	0	1	1,0 A	0,0 V	23,0 V	23,0 V
S1-a en S1-b bediend	1	1	2,0 A	23,0 V	23,0 V	23,0 V

$$P_1 = 1,0 \text{ A} \times 23,0 \text{ V} = 23,0 \text{ W}$$

**Opgave 7**

	E1	E2	V1	A1	V2	A2	V3	A3
S1 en S2 onbediend	0	0	0,0 V	0,0 A	0,0 V	0,0 A	23,0 V	0,0 A
alleen S1 bediend	1	0	23,0 V	1,0 A	0,0 V	0,0 A	23,0 V	1,0 A
alleen S2 bediend	0	1	0,0 V	0,0 A	23,0 V	1,0 A	23,0 V	1,0 A
S1 en S2 bediend	1	1	23,0 V	1,0 A	23,0 V	1,0 A	23,0 V	2,0 A

$$P \text{ lamp E1} = 1,0 \text{ A} \times 23,0 \text{ V} = 23,0 \text{ W}$$

$$P_{\text{max}} = 2,0 \text{ A} \times 23,0 \text{ V} = 46 \text{ W}$$

$$P \text{ lamp E2} = 1,0 \text{ A} \times 23,0 \text{ V} = 23,0 \text{ W}$$

**Opgave 8**

	E1	E2	E3	V1	A1	P
S1 en S2 onbediend	0	0	0	23,0 V	0,0 A	0,0 W
alleen S1-a bediend	1	0	0	23,0 V	1,0 A	23,0 W
alleen S1-b bediend	0	1	0	23,0 V	1,0 A	23,0 W
S1-a en S1-b bediend	1	1	0	23,0 V	2,0 A	46,0 W
S1-a, S1-b en S2 bediend	1	0	1	23,0 V	2,0 A	46,0 W

**Opmerking**

Let op! Deze metingen zijn afgerond. Daarnaast zal de voedingsspanning dalen als de lampen ingeschakeld worden.

Deze meetwaarden liggen in de buurt van een 25 W gloeilamp op 23V\*.

- Bron: Methode Elodigitaal [leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](http://leerling.volg.systeem(elodigitaal.nl))

## Bronnen

- Methode Elodigitaal; Kim Pennings 2021; [Leerling volg systeem \(elodigitaal.nl\)](https://www.elodigitaal.nl)
- Bron: Elektrotechniek voor werktuigbouwkundigen en andere technici; Rieuwke van Hoek, Leo Scheltinga; 5<sup>e</sup> druk 2015
- <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Energy/Syboles-nl.pdf>
- <https://viplan.visoft.de/sanidirect/>
  - [https://www.sanidirect.nl/badkamer-ontwerpen?gclid=Cj0KCQiAj9iBBhCJARIsAE9qRtAs9vDK-b\\_Nv-cXqD4W9RcX0SL-mRr1a7en6GDXsNQfOIXAFCa6iEaAsIJEALw\\_wcB](https://www.sanidirect.nl/badkamer-ontwerpen?gclid=Cj0KCQiAj9iBBhCJARIsAE9qRtAs9vDK-b_Nv-cXqD4W9RcX0SL-mRr1a7en6GDXsNQfOIXAFCa6iEaAsIJEALw_wcB)
- [Aanpassingen in de meterkast voor elektrische vloerverwarming \(vloerverwarmingstore.nl\)](https://vloerverwarmingstore.nl)
- [Elektrische vloerverwarmingsmat 2m<sup>2</sup> \(4m x 0,5m\) 300W → Prijs €149,95 \(thermolamina.nl\)](https://thermolamina.nl)
- [Techniek \(magnumheating.nl\)](https://magnumheating.nl)