

mbo

# Handboek voor de elektromonteur 2

TECHNIEKSTAD





## **COLOFON**

©2019 Kenteq, Hilversum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq  
Postbus 81  
1200 AB Hilversum

[info@techniekstad.nl](mailto:info@techniekstad.nl)

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Accumulatoren</b>	<b>5</b>
1.1	Accumulatoren	6
1.2	Soorten accu's	6
1.3	Samenvatting	10
1.4	Antwoorden	11
<b>2</b>	<b>Platte installatiebuissysteem</b>	<b>13</b>
2.1	Platte buissystemen	14
2.2	Kabelkokers	14
2.3	Minikoker	14
2.4	Platte buissysteem P25/K25	15
2.5	Plintstelsysteem	16
2.6	Samenvatting	17
<b>3</b>	<b>Symbolen van elektrisch materieel in woningen en kleine utiliteit</b>	<b>19</b>
3.1	Begrippen	20
3.2	Tekeningen en schema's	20
3.3	Symbolen	24
3.4	Samenvatting	45
3.5	Antwoorden	46
<b>4</b>	<b>CEEform-contactmateriaal</b>	<b>47</b>
4.1	Kenmerken van CEEform-contactmateriaal	48
4.2	Informatie op CEEform-materiaal	50
4.3	Specifieke uitvoeringsvormen	52
4.4	Samenvatting	53
4.5	Antwoorden	54
<b>5</b>	<b>IP en IK-codering</b>	<b>55</b>
5.1	IP-codering	56
5.2	IP-codering; waar en wanneer?	58
5.3	Samenvatting	61
5.4	Antwoorden	61
<b>6</b>	<b>Buigzame leidingen</b>	<b>63</b>
6.1	Isolatie van buigzame leidingen	64
6.2	Leidingtypen en eigenschappen	65
6.3	Aansluiten van buigzame leidingen	73
6.4	Samenvatting	75
6.5	Antwoorden	76
<b>7</b>	<b>Persverbindingen</b>	<b>77</b>
7.1	Huishoudelijke toestellen	78
7.2	Apparaten en schakelkasten	78
7.3	Snoeroog en kabelschoen ringmodel	78
7.4	Adereindhuls	79
7.5	Perskabelschoen	79

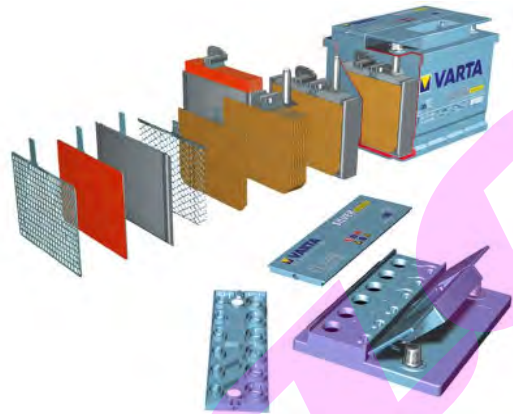
7.6	C-klem	79
7.7	Persgereedschap	80
7.8	Kleurcode	81
7.9	Samenvatting	82
7.10	Antwoorden	83
<b>8</b>	<b>Insteekverbindingen</b>	<b>85</b>
8.1	Verbindingsklemmen	86
8.2	Insteekklem	86
8.3	Kooiklemverbinding	87
8.4	Samenvatting	89
8.5	Antwoorden	90
<b>9</b>	<b>Aarding algemeen</b>	<b>91</b>
9.1	Aardingsvoorzieningen	92
9.2	Hoofdaardrail	93
9.3	Beschermingsleidingen	94
9.4	Vereffeningsleidingen	94
9.5	Samenvatting	96
9.6	Antwoorden	97
<b>10</b>	<b>Aanrakingsspanning</b>	<b>99</b>
10.1	Grenswaarde aanrakingsspanning	100
10.2	Hoge aanrakingsspanningen	100
10.3	Samenvatting	102
<b>11</b>	<b>Meterruimte (meterkast) in woning</b>	<b>103</b>
11.1	De norm NEN 2768	104
11.2	Leidingen doorvoeren met mantelbuizen	106
11.3	Samenvatting	107
11.4	Antwoorden	107
<b>12</b>	<b>Vragen</b>	<b>109</b>
12.1	Vragen Accumulatoren	109
12.2	Vragen Platte installatiebuissysteem	111
12.3	Vragen Symbolen van elektrisch materieel in woningen en kleine utiliteit	113
12.4	Vragen CEEform-contactmateriaal	115
12.5	Vragen IP en IK-codering	117
12.6	Vragen Buigzame leidingen	119
12.7	Vragen Persverbindingen	121
12.8	Vragen Insteekverbindingen	123
12.9	Vragen Aarding algemeen	125
12.10	Vragen Aanrakingsspanning	127
12.11	Vragen Meterruimte (meterkast) in woning	129

# 1 Accumulatoren

## Inleiding

### *Inleiding*

Accumulatoren, ook wel accu's of accubatterijen genoemd, komen in verschillende uitvoeringen en vormen voor. Accumulatoren leveren elektrische energie. Die elektrische energie moet je er vooraf instoppen. Het 'instoppen' van de energie noem je 'opladen' van de accu. Als een accu stroom levert, ontladde de accu.



*Opbouw accu*

## Leerdoelen

### *Je kunt:*

- de termen accumulator en batterij uitleggen
- de verschillende loodaccu's noemen en de werking ervan beschrijven
  - startaccu
  - gelaccu
  - (semi)-tractie accu.
- de werking van een alkalische accu beschrijven.

## 1.1 Accumulatoren

Accu is een afkorting van accumulator (verzamelaar of ophoper). Dit kan ook één cel zijn. De officiële naam is batterij (verzamelaar) van in serie geschakelde accu's. De gebruikte materialen en de samenstelling ervan zijn bij diverse soorten accu's verschillend. Eén ding hebben ze gemeen: ze moeten allemaal worden opgeladen.

Bij het opladen van een accu wordt elektrische energie omgezet in chemische energie. Bij het leveren van stroom, het ontladen dus, wordt chemische energie omgezet in elektrische energie.

Het verschil tussen een accu en een batterij is dat je een accu, als ze bij gebruik na enige tijd 'leeg' zijn, weer kunt opladen. Een batterij gaat in de bak voor klein chemisch afval.



1. Wat is het verschil tussen opladen en ontladen van een accu?

---

---

---

## 1.2 Soorten accu's

Accu's komen in verschillende uitvoeringen voor. De uitvoering hangt af van het doel waarvoor ze zijn ontwikkeld.

Je kunt accu's als volgt indelen:

- loodaccu's:
  - startaccu
  - gelaccu
  - (semi)-tractie accu (tractiebatterij).
- alkalische accu.

### Loodaccu's

Bij de loodaccu neemt de vloeistof deel aan het proces van opladen en stroom leveren. Hierdoor heeft de loodaccu onderhoud nodig. Dit kan bestaan uit het controleren van het vloeistofniveau en de 'soortelijke massa'. Is het vloeistofniveau te laag, dan moet je deze bijvullen met gedistilleerd water. De vloeistof noem je 'elektrolyt'. De elektrolyt in de loodaccu is zwavelzuur. Zwavelzuur, ook wel accuzuur genoemd, is een zeer agressief bijtend zuur. Als je accuzuur op je huid of in je ogen krijgt moet je het met stromend water goed uitspoelen en eventueel een arts raadplegen.

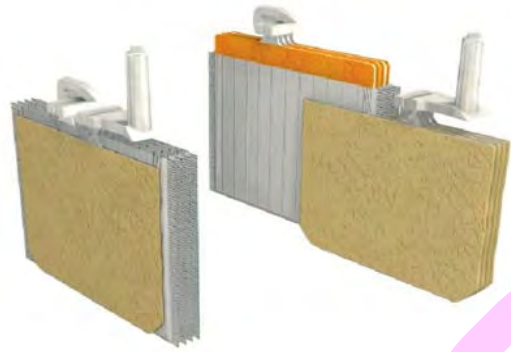
### Let op!

Tijdens het opladen van een accu ontstaat knalgas, een mengsel van waterstofgas en zuurstof. Knalgas is zeer explosief, meer nog dan zuiver waterstofgas. Een klein vonkje kan het gasmengsel al tot ontploffing brengen. De kans dat de accubak dan uit elkaar spat is heel groot. Het grote aantal ongelukken met accu's heeft dit bewezen.

### Cel

De accu heeft plusplaten en minplaten. De spanning tussen de plus en de min is bij de loodaccu 2 volt (2 V) bij een concentratie van 3,5%. Het spanningsverschil tussen de pluspool en de minpool ten opzichte van de elektrolyt is 2,12 V.

Dit noem je een 'cel'. De platen in één cel zijn parallel geschakeld.



Cel

### Startaccu

De startaccu zit vaak in auto's. De accu heeft een spanning van 12 V. Om 12 V (12,72 volt bij een volgeladen accu) te krijgen moet je 6 cellen in serie plaatsen.

De startaccu kan gedurende een korte tijd een zeer grote stroom leveren. Die is nodig om de startmotor van een auto te laten draaien zodat de verbrandingsmotor kan aanslaan. Dit is de koudstartstroom of CCA-waarde die op de accu staat. Als de benzine- of dieselmotor loopt is de accu niet meer nodig.

Wanneer je een accu uit een auto moet halen moet je altijd eerst de minpool losmaken en daarna pas de pluspool. Doe je het omgekeerd, dus maak je eerst de pluspool los, dan kun je met je steeksleutel de carrosserie aanraken en kortsluiting veroorzaken. Hierbij kun je ernstige brandwonden oplopen.



Startaccu

### Gelaccu

In een gelaccu is de vloeistof gebonden tot een gelachtige substantie. De accu is niet in staat grote startstromen te leveren maar kan wel gedurende langere tijd stroom leveren.

Deze accu is heel geschikt voor boten en caravans omdat er geen vloeistof uit kan stromen. Het zijn meestal onderhoudsvrije accu's.



Gelaccu

### Tractie accu

Tractie accu's gebruik je in elektrisch aangedreven vorkheftrucks en trekkers. Vorkheftrucks en trekkers zie je vaak in bijvoorbeeld koelhuizen en bloemenveilingen. Bij bepaalde typen vervang je een lege accu door een opgeladen accu, bij andere typen plaats je de vorkheftruck of trekker in een laadstation. Dit hangt af van het merk, het type en de eisen van de gebruiker.



Tractie accu

### Semi-tractie accu

De semi-tractie accu wordt ook wel deep-cycle-accu of licht-accu genoemd. De accu is speciaal ontworpen om langdurig te voorzien in een constante energievraag en beschikt over dikkere loodplaten.

De semi-tractie accu kan tot 70% ontladen worden zonder dat er een beschadiging optreedt. Het totaal aantal keren dat een accu kan worden op- en ontladen wordt het "cyclisch vermogen" genoemd. Een accu met een hoger vermogen gaat doorgaans langer mee.



Semi-tractie accu

### Alkalische accu

In een alkalische accu zit een alkalische vloeistof in plaats van 'normaal' accuzuur. Alkalische accucellen hebben een spanning van ongeveer 1,24 V. De elektrolyt (de vloeistof tussen de platen) doet niet mee aan het laad- en ontladproces. Dat kun je daarom geheel dicht, lek- en onderhoudsvrij uitvoeren. Bij de dichte cellen is de vloeistof ingedikt tot een soort gelei of pasta.

Meerdere cellen samengevoegd tot één geheel in één behuizing, vormen een accu, bijvoorbeeld een 6 V-accu voor een digitale videocamera.



Accu van bijvoorbeeld een digitale videocamera

De modernere herlaadbare alkalische accu's zijn Ni-Mh (nikkel-metaalhydride)- of Li-ion (lithiumion)-accu's. Alkalische accu's kun je bijvoorbeeld aantreffen in noodverlichtingsystemen en 'no-break'-installaties.

Fabrikanten proberen steeds betere accu's te maken die gedurende een langere tijd meer stroom kunnen leveren. Welke materialen de fabrikanten precies gebruiken is meestal een fabrieksgeheim.



### AA-cellen

Een AA-cel is een alkaline cel van een andere samenstelling. Deze batterijen vormen geen accu want ze zijn niet herlaadbaar. De AA-cel kan een goede vervanger van de 1,5 V-batterij zijn. Een andere alkalische batterij is de lithiumbatterij.



AA-cellen



2. Elke accu heeft een bepaalde eigenschap.
- a. Wat is een eigenschap van een startaccu waardoor deze geschikt is voor het gebruik in auto's?

---

---

- b. Wat is een eigenschap van een gelaccu waardoor deze geschikt is voor het gebruik in caravans en boten?

---

---

### 1.3 Samenvatting

- Accu is een afkorting van accumulator (verzamelaar of ophoper). Dit kan ook één cel zijn. De officiële naam is batterij (verzamelaar) van in serie geschakelde accu's. De gebruikte materialen en de samenstelling ervan zijn bij diverse soorten accu's verschillend.
- Het verschil tussen een accu en een batterij is dat je een accu, als ze bij gebruik na enige tijd 'leeg' zijn, weer kunt opladen.
- Je kunt accu's als volgt indelen:
  - loodaccu's: startaccu, gelaccu en (semi)-tractie accu
  - alkalische accu.
- Bij de loodaccu neemt de vloeistof deel aan het proces van opladen en stroom leveren.
- De accu heeft plusplaten en minplaten. De spanning tussen de plus en de min is bij de loodaccu 2 volt (2 V) bij een concentratie van 3,5 %.
- Een startaccu kan gedurende een korte tijd een zeer grote stroom leveren. Die is nodig om de startmotor van een auto te laten draaien zodat de verbrandingsmotor kan aanslaan.
- In een gelaccu is de vloeistof gebonden tot een gelachtige substantie. De accu is niet in staat grote startstromen te leveren maar kan wel gedurende langere tijd stroom leveren.
- Tractie accu's gebruik je in elektrisch aangedreven vorkheftrucks en trekkers.
- Hoe vaak je een accu kunt opladen en ontladen noem je het cyclisch vermogen.
- Je kan ook spreken over een semi-tractie accu. Die accu kan minder vaak op- en ontladen dan een 'vol' tractie accu. Een semi-tractie accu kan tot 400 keer op- en ontladen. Een vol-tractie accu kan tot wel 800 keer op- en ontladen.
- In een alkalische accu zit een alkalische vloeistof in plaats van 'normaal' accuzuur. Alkalische accucellen hebben een spanning van ongeveer 1,24 V.

## 1.4 Antwoorden

### *Antwoord 1*

Als je een accu oplaadt, wordt elektrische energie omgezet in chemische energie. Als je een accu gebruikt, dan ontlad je de accu. Chemische energie wordt dan omgezet in elektrische energie.

### *Antwoord 2*

- a. De startaccu kan gedurende een korte tijd een zeer grote stroom leveren. Die is nodig om de startmotor van een auto te laten draaien zodat de verbrandingsmotor kan aanslaan.
- b. Uit de gelaccu kan geen vloeistof stromen en deze is geschikt voor langdurige belasting. Daardoor is de gelaccu erg geschikt voor boten en caravans.



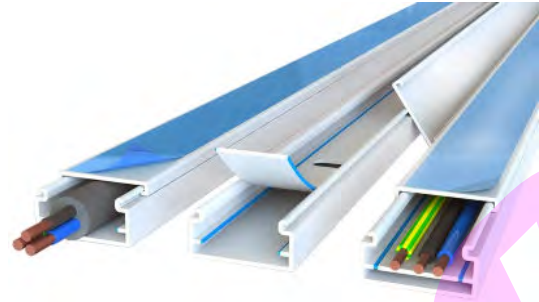
BRUNNEN

## 2 Platte installatiebuissysteem

### Inleiding

Platte buissystemen worden in opbouwinstallaties gebruikt als alternatief voor de ronde buis. Met platte buissystemen kan je strakker en mooier werken dan met de ronde buis. De volgende systemen zijn onder andere in de handel:

- minikoker
- kabelkoker
- platte buissysteem
- plintstelsysteem.



*Platte buissysteem*

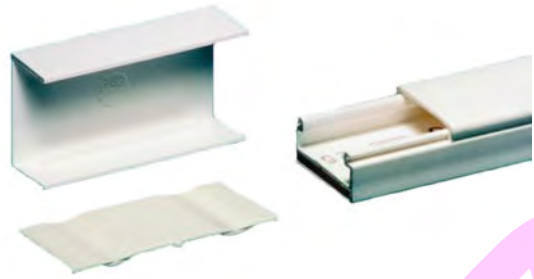
### Leerdoelen

*Je kunt:*

- benoemen welke platte buissystemen er zijn
- uitleggen hoe je een platte buissysteem installeert.

## 2.1 Platte buissystemen

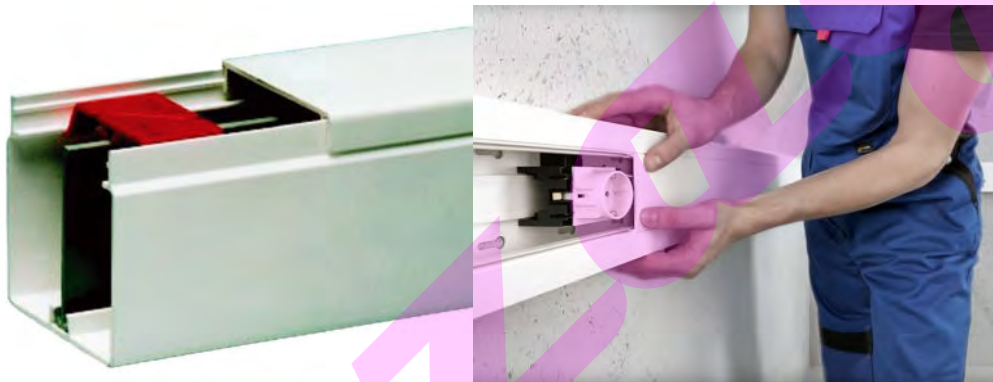
Platte buissystemen worden door verschillende fabrikanten op de markt gebracht, zoals Attema K25/P25 en het Reno platte buissysteem. Een typeaanduiding van een bepaald merk wordt in de praktijk ook wel eens als algemene aanduiding gebruikt.



*Platte buissysteem*

## 2.2 Kabelkokers

Kabelkokers zijn U-vormige kokers met een los deksel dat je erop kunt klikken. De kabelkokers komen in verschillende hoogten en breedten voor. Door een scheidingsschot in de lengterichting kun je twee verschillende stroomsystemen in een kabelkoker installeren.



*Kabelkoker en toepassing*

## 2.3 Minikoker

Minikokers gebruik je om snoeren en zwakstroomleidingen in te leggen. De minikokers kun je op de wand vastplakken. De plakstrip is al in de fabriek aangebracht. De minikoker kun je in verschillende afmetingen en kleuren krijgen.



## 2.4 Platte buissysteem P25/K25

Het platte buissysteem is een alternatief voor opbouwinstallaties die zijn uitgevoerd in een ronde buis of kabel. Het systeem is ook geschikt voor uitbreiding van bestaande installaties en voor renovaties.

Het systeem is toepasbaar in droge ruimten bij een maximale spanning van 250 V~ en een stroom van 16 A. Ook kun je het systeem gebruiken voor het:

- aansluiten van spots
- aansluiten van een spanningsrail
- verplaatsen van lichtpunten
- plaatsen van extra contactdozen
- plaatsen van extra schakelaars.

### Voordelen platte buissysteem

Het platte buissysteem heeft een aantal voordelen ten opzichte van het ronde buissysteem. Enkele voordelen zijn:

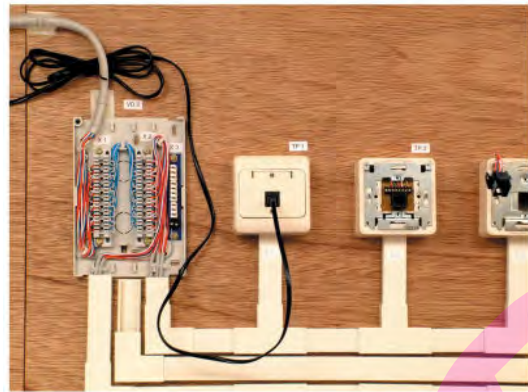
- eenvoudige montage
- richtingcorrectie mogelijk
- geen hak- en breekwerk nodig
- tijdrovend verstekzagen niet nodig door overlappende hoekstukken
- ruimte voor maximaal 5 installatiedraden van 2,5 mm<sup>2</sup>.

### De platte buis

De platte buis bestaat uit een platte U-vormige koker met los deksel. De koker, de platte buis, is verkrijgbaar in lengten van 2, 3 en 4 m. Om met de plattebuis een complete veilige elektrische installatie te bouwen zijn verschillende onderdelen beschikbaar.

### Voeding

De voeding van het systeem komt vanuit een 16 mm of 19 mm buis. Daarvoor is een verloopmof beschikbaar. Voor de voeding vanuit een centraaldoos of inbouwdoos kun je een uitbreidingsdoos gebruiken.



*Toepassing platte buis*



*Gemonteerd systeem*



*Platte buis*



Verloopmof



Uitbreidingsdoos

### Onderdelen/samenstelling

- Als de loop van de leiding is vastgesteld, breng je de grondplaten van de lasdozen en/of uitbreidingsdozen aan.
- Vervolgens maak je de koker op maat en monteer je hem in een rechte lijn tussen de grondplaten.
  - De koker van het type K25 zet je vast met een muurclip. De muurclip schroef je op de wand of het plafond. De koker kun je er dan opklikken.
  - De koker van het type P25 kun je direct op de wand of het plafond bevestigen. De aanbevolen onderlinge schroefafstand is horizontaal 25 à 30 cm, verticaal 50 cm.
- Om de hoeken te nemen zijn verschillende hoekstukken beschikbaar.
- Voor het maken van aftakkingen gebruik je T-stukken.
- Als de platte buizen en onderdelen zijn gemonteerd, kun je de draden aanbrengen en waar nodig nog lassen.
- De draden worden op hun plaats gehouden door draadhouders of draadclips.
- Als de draden op hun plaats zitten, kun je de deksels op maat maken en op de kokers klikken.
- Daarna kun je de lasdooskappen en eventuele uitbreidingsdooskappen aanbrengen.
- Als de wandcontactdozen, lichtarmaturen of andere stroomverbruikers zijn aangesloten, kun je de installatie in gebruik nemen.

## 2.5 Plintsysteem

Een plintsysteem bestaat uit een gesloten kunststof koker. De kunststof koker is samengesteld uit een basisplint en een afdeklint, verder zijn een aantal hulpstukken beschikbaar.

Er is een basisplint met tapijtrand en één zonder tapijtrand. De basisplint kun je tegen de wand schroeven of plakken. Op elke gewenste plaats kun je wandcontactdozen monteren.

De voeding van het plintsysteem komt vanaf een bestaande wandcontactdoos, schakelaar of speciaal daarvoor aangelegd voedingspunt. Hierbij kun je gebruik maken van het platte buissysteem.



Plintsystemen

## 2.6 Samenvatting

- Platte buissystemen kun je gebruiken in opbouwinstallaties.
- Kabelkoker: U-vormige kokers met een los deksel. Ze bevatten een scheidingschot, zodat je twee verschillende stroomsystemen kunt installeren.
- Minikoker: In deze koker kun je snoeren en zwakstroomleidingen leggen. Met een plakstrip plak je ze vast aan de wand.
- Platte buissysteem: Systeem is toepasbaar in droge ruimten als alternatief voor ronde buissysteem. De voordelen van platte buissysteem zijn:
  - Eenvoudige montage
  - Richtingcorrectie mogelijk
  - Geen hak- en breekwerk nodig
  - Tijdrovend verstekzagen niet nodig.
  - Ruimte voor maximaal 5 installatiedraden van 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Platte buis is U-vormige koker met los deksel.
- Platte buissysteem installeren:
  - Loop van leiding vaststellen.
  - Grondplaten en/of uitbreidingsdozen aanbrengen.
  - Koker op maat maken en monteren.
  - Voor hoeken gebruik je hoekstukken.
  - Voor aftakkingen gebruik je T-stukken.
  - Draden aanbrengen met draadhouders of draadclips en waar nodig lassen.
  - Deksel op maat maken en op kokers klikken.
  - Lasdooskappen en/of uitbreidingsdooskappen aanbrengen.
  - Als je stroomverbruikers hebt aangesloten, kun je installatie gebruiken.
- Plintstelsysteem: Systeem is gesloten kunststof koker die bestaat uit basisplint en afdekplint.



ERBODE

### 3 Symbolen van elektrisch materieel in woningen en kleine utiliteit

#### Inleiding

Elektrotechnici gebruiken veel symbolen in tekeningen en schema's. Dat is nodig om de tekeningen sneller te kunnen lezen en begrijpen. De symbolen zijn genormaliseerd. Daardoor krijgen tekeningen voor iedereen dezelfde betekenis. Je moet de symbolen begrijpen om het juiste materiaal te kunnen monteren en aansluiten.



*Het lezen van een installatietekening*

#### Leerdoelen

*Je kunt:*

- een bedradingsschema lezen
- een stroomkringschema lezen
- een installatieschema lezen
- een installatietekening lezen
- symbolen van elektrisch materieel lezen
- bouwkundige symbolen lezen
- symbolen van leidingen lezen.

### 3.1 Begrippen

#### Elektrisch materieel

Elektrisch materieel of elektrische voorwerpen zijn voorwerpen die voorkomen in elektrische installaties of daarop zijn aangesloten. Zulke voorwerpen zijn bijvoorbeeld:

- machines (motoren en generatoren)
- leidingen en toebehoren
- schakel- en verdeelinrichtingen
- elektrische toestellen zoals: veiligheids, schakelaars, contactdozen, lampen en gereedschappen.



Voorbeelden van elektrisch materieel

#### Kleine utiliteit

Met kleine utiliteit worden kleine zakelijk gebruikte gebouwen, zoals kleine bedrijven en winkels bedoeld.

#### Elektrische leidingen

Elektrisch materieel sluit je aan met elektrische leidingen. Elektrische leidingen zijn in het algemeen:

- snoeren
- kabels
- draad in buis of koker.

### 3.2 Tekeningen en schema's

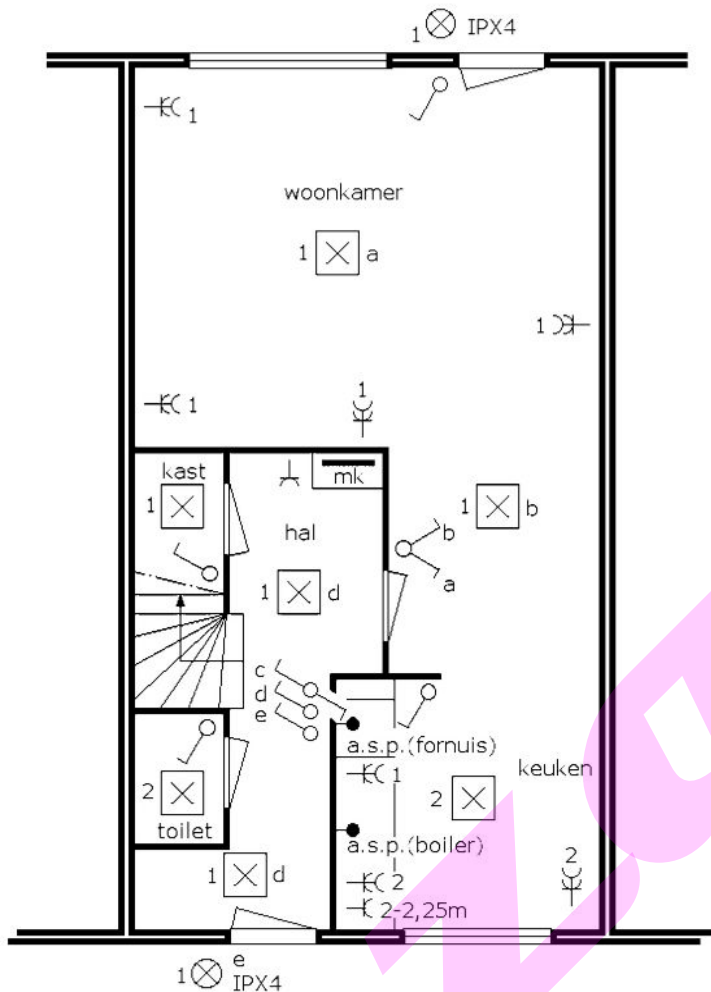
Bij het installeren van een elektrische installatie gebruik je verschillende tekeningen en schema's. Je gebruikt het volgende:

- Een bedradingsschema: dit schema geeft de samenstelling en bedrading weer.
- Een stroomkringschema: dit schema geeft nauwkeurig de werking weer.
- Een installatieschema: dit schema geeft makkelijk leesbaar de installatie of een deel van de installatie weer.
- Een installatietekening: deze tekening geeft de plaats en onderlinge verbindingen van het elektrisch materieel weer.

Bij het installeren van woningen en kleine utiliteit gebruik je meestal alleen installatietekeningen en installatieschema's. De stroomkringschema's van bijvoorbeeld lichtschakelingen moet je uit het hoofd kennen.

## Installatie-tekening

Een installatie-tekening geeft de plaats van de elektrische toestellen aan en op welke eindgroep je het toestel moet aansluiten.

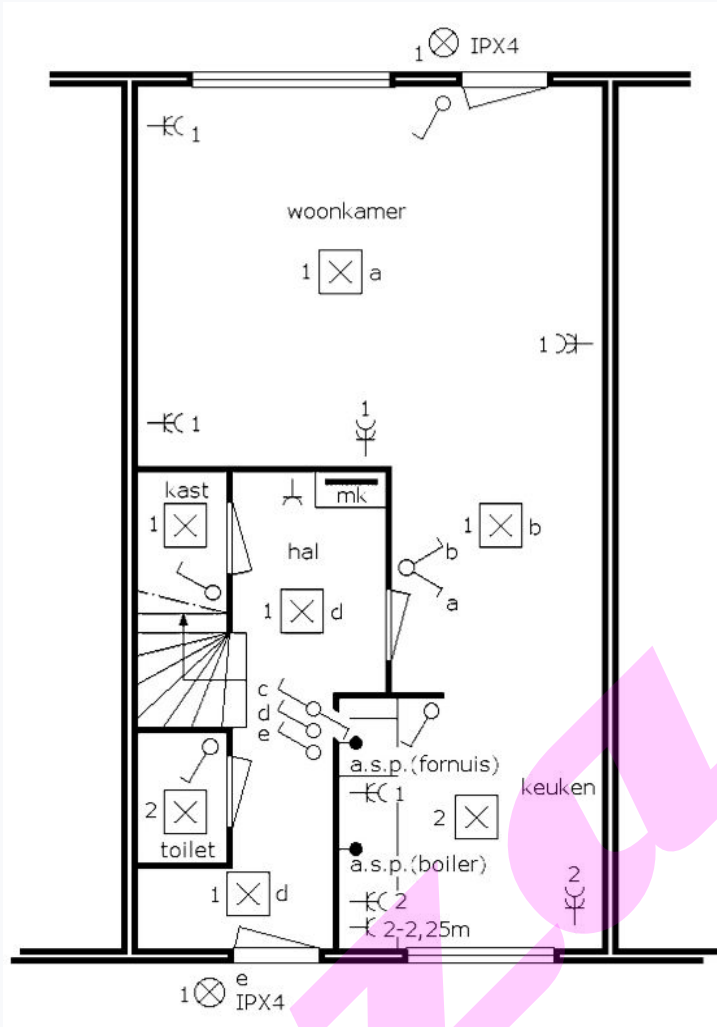


*Installatietekening van de begane grond van een woning*

Bij grotere installaties geef je ook de voedingsleidingen aan. De plattegrond is op schaal. De horizontale maten kun je daarom vanaf de tekening opmeten. De verticale maten zijn vaak beschreven. In de afbeelding is dit bijvoorbeeld 2,25 m. Dit wil zeggen: 2,25 m hoogte ten opzichte van de vloer.



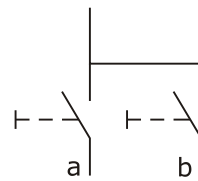
1. Omcirkel de serieschakelaar in deze installatietekening.



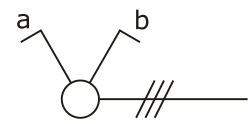
Installatietekening van de begane grond van een woning

**Stroomkringschema en installatietekening**

In de installatietekening is in de woonkamer een serieschakelaar getekend met de letters a en b. In de installatietekening is in de woonkamer een serieschakelaar getekend met de letters a en b. Die vind je terug bij de lichtpunten die deze schakelaar bedient.



schema



installatietekening

Verskillende symbolen voor verschillende tekeningen

Met deze letters wordt in zowel de installatietekening als in het stroomkringschema dezelfde schakelaar aangegeven. Toch zijn de symbolen verschillend. Je gebruikt dus andere symbolen in installatietekeningen dan in stroomkring- of bedradingschema's.

**Tekenwijze**

We gebruiken dus andere symbolen in installatietekeningen dan in stroomkring- of bedradingschema's. De NEN 5158 kent twee tekenwijzen voor schema's: