

Elektrotechniek

voor operator C

ISBN 978-90-8630-145-4
VAPROcode: 830307

Uitgave:
VAPRO B.V.
T 070-3378300
E info@vapro.nl
I www.vapro.nl

© VAPRO B.V.
Vijfde druk, herziene versie juni 2022

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Alle uitgaven van VAPRO zijn zorgvuldig samengesteld. VAPRO is evenwel niet aansprakelijk voor schade die direct of indirect voortvloeit uit onvolledigheid of onjuistheid van de inhoud van deze uitgave, of uit enige beslissing, handeling of nalaten, direct of indirect gebaseerd op de inhoud van deze uitgave.

Voorwoord

Voor u ligt de herziene versie van het boek 'Elektrotechniek voor operator C'. Een exemplaar uit weer een volgende oplage van dit succesvolle boek voor alle cursisten die een procestechnische opleiding op niveau IV volgen. Zoals u gewend bent, zijn correcties doorgevoerd op basis van feedback van cursisten en docenten.

De belangrijkste begrippen die te maken hebben met de elektronica van diverse apparaten in de procesindustrie komen in dit boek aan de orde. De methode is verder aangescherpt op de actuele en toekomstige werkomgeving van de operator C.

Dit boek is geschikt voor cursorisch onderwijs en voor zelfstudie. Maar, uiteraard is het ook in te zetten in projectonderwijs en competentiegericht onderwijs. Onderwerpen worden als afgeronde eenheden behandeld. Bij elk onderwerp wordt ruimschoots de mogelijkheid geboden om verkregen kennis en inzichten te toetsen. Ter bevordering van het zelfstandig studeren, is ondersteuning ingebouwd in de vorm van studeeraanwijzingen, studeeropdrachten, vragen en diverse toetsmomenten.

Wij danken iedereen die heeft meegeholpen bij de totstandkoming van deze editie. Wij houden ons aanbevolen voor suggesties voor verdere verbetering. Reacties of vragen kunt u doorgeven via leermiddelen@vapro.nl.

Veel plezier en succes met het gebruik van deze methode!

Den Haag, juni 2022
VAPRO B.V.

Studiehandleiding



Afbeelding 1 : *Zelfstandig studeren.*

Als je het boek 'Elektrotechniek voor operator C' doorbladert, zul je ontdekken dat het boek er anders uit ziet dan je van lesboeken gewend bent. Dit boek is opgezet voor zelfstudie. In het lesmateriaal zijn speciale voorzieningen aangebracht die je daarbij helpen.

Voordat je met de hoofdstukken aan de slag gaat, is het belangrijk dat je weet hoe je het lesmateriaal het beste kunt bestuderen. In deze introductie leggen we uit wat de kenmerken van het lesmateriaal zijn. Ook krijg je advies over de manier waarop je het beste te werk kunt gaan.

Hoe ziet een hoofdstuk eruit?

Het boek bestaat uit verschillende hoofdstukken. In elk hoofdstuk behandelen we een afgerond onderwerp. Als je klaar bent met de lesstof van een hoofdstuk, sluit je het onderwerp af met een toets.

Op de eerste bladzijde van ieder hoofdstuk staan de *leerdoelen*. Deze geven aan wat je in het hoofdstuk gaat leren. Het is belangrijk dat je de leerdoelen goed doorleest, voor je met het hoofdstuk begint. Vraag je daarbij af wat je al weet van het onderwerp. Als je klaar bent met het hoofdstuk, lees dan de leerdoelen nog eens door. Zo kun je nagaan of je de lesstof beheerst.

Als je snel door een hoofdstuk heen bladert, zie je verschillende dikgedrukte *titels*, die het onderwerp aangeven van de tekst die eronder staat. In de titels wordt meestal een vraag gesteld. Het antwoord op die vraag vind je in de tekst die eronder staat.

In de hoofdstukken zie je ook foto's, plaatjes en tekeningen die de lesstof verduidelijken.

Voorbeeld 1.

De voorbeelden in de lesstof herken je aan de blauwe lijnen boven en onder de tekst. Ook zijn de voorbeelden genummerd zoals je hier boven kunt zien.

Verder kom je in de hoofdstukken een aantal kaders tegen. Deze kaders zijn bedoeld om delen van de lesstof te benadrukken.

Definities staan in een definitiekader

en formules staan in een *formulekader*.

Andere informatie die we willen benadrukken staat in kleur afgedrukt.

Veel onderwerpen die je in dit boek tegenkomt, zijn onbekende onderwerpen. Toch heb je meestal al eens eerder iets over een onderwerp gehoord of heb je een situatie meegemaakt waarin je met dit onderwerp te maken had. Je kunt nieuwe leerstof vaak beter begrijpen als je de nieuwe kennis kunt koppelen aan voorkennis of ervaringen die je hebt. In de hoofdstukken kom je aanwijzingen tegen die je helpen deze voorkennis weer boven te halen of na te gaan welke situaties uit je dagelijkse praktijk met het onderwerp te maken hebben. Ook zijn er aanwijzingen die aangeven hoe je de stof kunt bestuderen. Je herkent deze aanwijzingen doordat deze in kleur zijn afgedrukt.

Een speciaal soort kader is het achtergrondkader. De informatie in een achtergrondkader hoort niet bij de kern van de leerstof en vind je dus ook niet terug in de toets. De informatie in een achtergrondkader is bedoeld als achtergrondinformatie.

Tussendoor krijg je telkens één of meer vragen die je moet maken. De vragen zijn bedoeld om te controleren of je de stof die je zojuist geleerd hebt begrijpt, of om je te laten oefenen met de lesstof. Het is de bedoeling dat je de vragen maakt als je ze tegenkomt. Alleen dan kunnen ze je helpen de stof die je aan het lezen bent beter te begrijpen en goed te onthouden.

Aan het einde van een hoofdstuk vind je een samenvatting. In de samenvatting zetten we de belangrijkste punten uit het hoofdstuk nog eens op een rijtje.

Toetsen

Als je het hele hoofdstuk hebt doorgewerkt, krijg je de mogelijkheid te controleren of je de stof begrepen hebt. Je maakt daarvoor de *zelftoets*. De zelftoets bestaat uit meerkeuzevragen en open vragen. Maak de zelftoets helemaal, zonder terug te bladeren in het hoofdstuk. Als het je niet lukt om de vragen te beantwoorden, neem dan eerst het hele hoofdstuk nog een keer door en probeer daarna de zelftoets opnieuw te maken. Zoek net zo lang totdat je weet waarom je een vraag telkens fout beantwoordt.

De antwoorden van de zelftoets vind je aan het eind van ieder hoofdstuk.



Afbeelding 2: *De antwoorden op de zelftoets kijk je zelf na.*

Studie-aanwijzingen

We eindigen deze introductie met een aantal aanwijzingen. Lees de aanwijzingen goed door en volg ze op bij elk hoofdstuk. Deze aanwijzingen zullen je helpen de lesstof zelfstandig door te nemen.

Studie-aanwijzingen

- Lees altijd eerst goed de leerdoelen door.
- Lees elk stuk theorie eerst snel door en daarna heel aandachtig.
- Kijk of je weet wat de trefwoorden in de kantlijn betekenen.
- Beantwoord de vragen tussen de tekst.
- Ga door naar het volgende stuk theorie.
- Als je het hele hoofdstuk hebt bestudeerd, ga je terug naar de leerdoelen aan het begin van het hoofdstuk. Kun je nu echt doen wat daar staat?
- Blader het hoofdstuk door en lees de vragen in de titels. Kun je er antwoord op geven?
- Maak nu de zelftoets.

Inhoud

Voorwoord	3
Studiehandleiding	4
Hoofdstuk 1 Inleiding elektrotechniek	9
Hoofdstuk 2 Processen	27
Hoofdstuk 3 Voedingen	47
Hoofdstuk 4 Motoren	87
Hoofdstuk 5 Opnemers	113
Hoofdstuk 6 Elektronica in de procesindustrie	133
Hoofdstuk 7 Displays	157
Hoofdstuk 8 Elektriciteit en veiligheid	169
Register	185

Inleiding elektrotechniek

Hoofdstuk 1

Na dit hoofdstuk kun je:

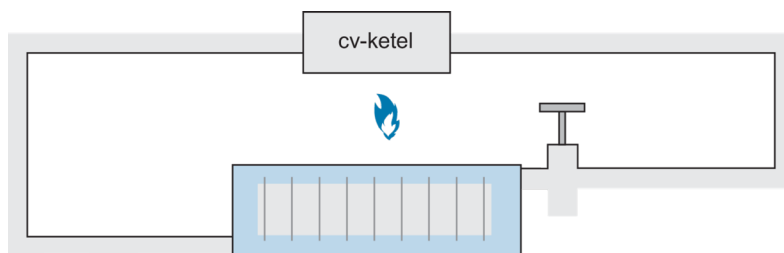
- de basisbegrippen uit de elektrotechniek toelichten;
- het begrip soortelijke weerstand uitleggen en toepassen;
- de wet van Ohm uitleggen;
- het verschil tussen serieschakelingen en parallelschakelingen toelichten;
- enkele weerstanden beschrijven.

1 Stroom, spanning, weerstand en vermogen

In deze paragraaf geven we een kort overzicht van de basisbegrippen uit de elektrotechniek. Naast de begrippen stroom, spanning, weerstand en vermogen gaan we in op de wet van Ohm, serieschakelingen, parallelschakelingen en weerstanden.

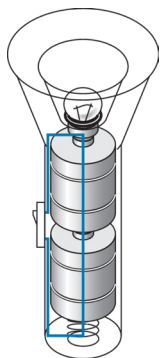
1.1 Elektrische stroom

Om je een idee te geven van wat elektrische stroom is, vergelijken we deze stroom met een eenvoudige centrale verwarmingsinstallatie (de cv-installatie).



Afbeelding 1: Een cv-ketel gekoppeld aan een radiator.

Je ziet in Afbeelding 1 de cv-ketel, de radiator, de aan- en afvoerleiding en de radiatorkraan. Als de kraan openstaat, stroomt er warm water van de cv-ketel naar de radiator. Daar geeft het water een deel van de warmte-energie af. Kouder water stroomt terug naar de cv-ketel, waar het weer opgewarmd wordt. Het water transporteert dus warmte-energie. Zo gaat het ook met elektrische stroom. In Afbeelding 2 zie je een eenvoudige elektrische opstelling, namelijk die van een zaklamp.



Afbeelding 2: Elektrische opstelling van een zaklamp.

1.2 Elektrische stroomkring

Misschien is het je opgevallen dat we in Afbeelding 1 en Afbeelding 2 kringen hebben getekend. Dat is geen toeval. Het water uit de cv-installatie raakt namelijk niet op. Het geeft alleen warmte-energie af. Het water moet dus weer doorstromen. Het water kan pas doorstromen als de kring nergens onderbroken is, bijvoorbeeld door een dichtgedraaide kraan. Als de kraan uit Afbeelding 1 openstaat, dan kan het water doorstromen en is de kring gesloten. Ditzelfde geldt voor elektrische stroom. Ook de elektrische stroom kan pas lopen als de stroomkring niet meer onderbroken is. We zeggen dat de stroomkring gesloten moet zijn.

Door een stroomkring gaat pas stroom lopen, als de kring gesloten is.

1.3 Wat is spanning?

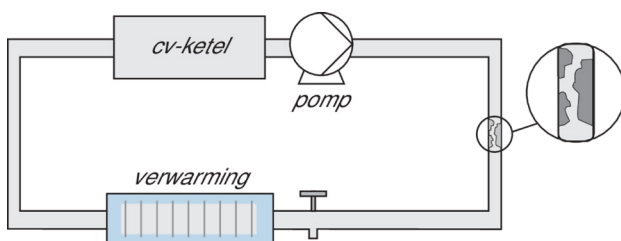
Je hebt gezien dat een elektrische stroom zorgt voor het transport van de elektrische energie. Om uit te leggen wat spanning is, vergelijken we twee spanningsbronnen: het lichtnet en een batterij. We kijken naar de hoeveelheid energie die de spanningsbron per seconde afgeeft bij een stroomsterkte van 1 A. Als er een stroom van 1 A loopt, geeft het lichtnet per seconde veel energie af. Een batterij daarentegen geeft bij een stroomsterkte van 1 A maar weinig energie af. We zeggen dat het lichtnet een hogere spanning heeft dan de batterij. De spanning die een spanningsbron bij een stroomsterkte van 1 A afgeeft, is afhankelijk van de spanningsbron.

Het symbool voor de grootte spanning is U . We drukken de spanning uit in de eenheid volt. Het lichtnet heeft een spanning van 230 V, terwijl een batterij een spanning heeft van bijvoorbeeld 1,5 V. Een andere spanningsbron is de accu van een auto. Deze heeft een spanning van 12 V. De accu van een brommer heeft een spanning van 6 V.

De spanning van een elektrische spanningsbron is de hoeveelheid energie die deze bron per seconde afgeeft als er een elektrische stroom van 1 A loopt.

1.4 Weerstand

In de voorgaande paragrafen zijn de begrippen elektrische stroom en spanning genoemd. De pomp van de cv-installatie moet veel moeite doen om het water door een vervuild stuk leiding te persen. We zeggen dat de leiding een hogere weerstand heeft. Hoe hoger de weerstand van de leiding, hoe lager de stroomsnelheid van het water bij een even hoge druk.



Afbeelding 3: Weerstand in een leiding.