

ELEKTRISCHE INSTALLATIETECHNIEKEN DERDE GRAAD TSO

september 2004
LICAP – BRUSSEL D/2004/0279/052

ELEKTRISCHE INSTALLATIETECHNIEKEN DERDE GRAAD TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

LICAP – BRUSSEL D/2004/0279/052
September 2004
(vervangt D/1992/0279/060B)
ISBN-nummer: 90-6858-406-5



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

Inhoud

Lessentabel	5	
1	Inleiding	6
2	Situering van de studierichting.....	6
2.1	Vormingscomponenten en algemene doelstellingen van de studierichting	6
2.2	Instroom en beginsituatie	7
2.3	Uitstroom	7
2.4	Algemene pedagogisch-didactische wenken	8
2.5	Projectmatig werken volgens een concentrisch vormingsconcept	9
3	Belangrijke aandachtspunten	14
3.1	Het gebruik van Informatie en Communicatie Technologie (ICT)	14
3.2	De geïntegreerde proef.....	14
3.3	Welzijn op het werk en VCA	16
4	Evaluatie	17
4.1	Procesevaluatie	18
4.2	Productevaluatie	18
4.3	Evaluatiemiddelen.....	18
5	Elektriciteit en lab: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken	20
5.1	Driegeleidersnetten en viergeleidersnetten	20
5.2	Eenfasige wisselstroomketens	22
5.3	Driefasige wisselstroomketens	24
5.4	Kooianker motoren of de driefase inductiemotoren	27
5.5	AC/AC-omvormers (transformatoren).....	28
5.6	AC/DC-omvormer	31
5.7	Gedrag van de driefasige kooianker motor.....	32
5.8	De éénfasige inductiemotor	34
5.9	De synchrone motor	35
5.10	De wisselstroomgenerator	36
5.11	Voedingen met halfgeleiderschakelcomponenten	37
5.12	Specifieke motoren	39
6	Installatiemethoden: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken	42
6.1	Residentiële en industriële verlichting	42
6.2	Comfortschakelingen.....	43
6.3	Domotica	43
6.4	Elektrische verwarming.....	44
6.5	Opwekken, transporteren en verdelen van elektrische energie.....	45
6.6	Componenten voor industriële installaties	49
6.7	Industriële schakel- en verdeelborden.....	53
6.8	Motoren en motorsturingen	54
6.9	Pneumatica	55

7	Automatisering: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch- didactische wenken	59
7.1	Digitale technieken.....	59
7.2	Programmeerbare sturingen.....	60
7.3	Regeltechniek	64
8	Realisaties elektriciteit: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken	68
8.1	Het werk organiseren in een industriële omgeving.....	68
8.2	Specifieke stagedoelstellingen.....	69
8.3	Residentiële en industriële verlichting plaatsen en aansluiten	71
8.4	Comfort- en communicatieschakelingen plaatsen en aansluiten.....	71
8.5	Een domotica installatie plaatsen en aansluiten	72
8.6	Residentiële en industriële elektrische verwarming plaatsen en aansluiten	73
8.7	Verdelen van elektrische energie	73
8.8	Componenten voor industriële installaties plaatsen en aansluiten	74
8.9	Een industrieel schakel- en verdeelbord plaatsen en aansluiten	74
8.10	Motoren en motorsturingen plaatsen en aansluiten	75
8.11	Pneumatica	76
8.12	Programmeerbare logische sturingen plaatsen en aansluiten	76
8.13	Fouten opsporen en herstellingen uitvoeren.....	77
8.14	Het uitvoeren van ruwbouwwerken.....	77
9	Minimale materiële vereisten	78
9.1	Infrastructuur.....	78
9.2	Algemeen	78
9.3	Aangepaste kleding en algemene beschermingsmiddelen.....	78
9.4	Specifiek.....	79
10	Bibliografie	84
11	Nuttige adressen	88

Lessentabel

Zie www.vvksso.be

1 Inleiding

Volgende impulsen liggen aan de basis van het nieuwe leerplan:

- Een duidelijke visie op de studierichting.
- Vernieuwde pedagogisch-didactische inzichten op het vlak van het geïntegreerd en projectmatig werken.
- Implementeren van nieuwe technieken, technologieën, normen en voorschriften.
- De toenemende aandacht voor veiligheid, gezondheid, hygiëne, milieu, ergonomie en certificeringen.
- Het geïntegreerd gebruik van ICT, zowel inhoudelijk als pedagogisch-didactisch.
- Verticale samenhang met het leerplan van de tweede graad.
- De leerplandoelstellingen geven door hun formulering het beoogde niveau weer.
- Zoveel mogelijk wegwerken van de versnippering tengevolge van vakken van 1 uur.
- De optie om in de leerplannen het totale lestijdenpakket van basisvorming en fundamenteel gedeelte op 30 uur te brengen, zodat het complementair gedeelte tot 36 uur kan worden uitgebreid.

2 Situering van de studierichting

2.1 Vormingscomponenten en algemene doelstellingen van de studierichting

De TSO-studierichting “Elektrische installatietechnieken” biedt, binnen het brede domein van de toegepaste elektriciteit een theoretisch-technische vorming aan eigen aan het arbeidsveld van de **technicus**.

Deze **TSO-vorming** is erop gericht werknemers te vormen die zich op het niveau tussen de opdrachtgever-ontwerper en de zuivere uitvoerder kunnen bewegen. Een studierichting op dit niveau heeft dus als studieobject **de uit te voeren realisatie**.

De doelstellingen zijn:

- Via technisch tekenen communiceren om het concept van de realisatie te begrijpen en de uitvoering voor te bereiden.
- De noodzakelijke uitvoeringsrichtlijnen formuleren om de gevraagde kwaliteitscriteria te bereiken.
- Meewerken aan de uitvoering en coördinerend en leidinggevend kunnen optreden.

De klemtoon ligt op het **herkennen, toelichten en verwerken** van de ontwerpaspecten om te komen tot de praktische realisaties. Er is echter ook voldoende aandacht voor de uitvoeringsgerichte vaardigheden. De taak van dergelijke technicus is dus zowel uitvoerend als coördinerend of leidinggevend.

Dit in tegenstelling met de **BSO-studierichting “Elektrische installaties”** die **het uitvoeren van de realisatie** als studieobject heeft, met als doelstellingen:

- Via technisch tekenen communiceren om tot de gewenste uitvoering te komen.
- Gepast handelen op basis van de gevraagde kwaliteitscriteria.
- De uitvoering realiseren op basis van de gevraagde kwaliteitscriteria.

Uitgaande van bovenstaande profilering is het specifieke studieobject voor de derde graad “Elektrische installatietechnieken” **de uit te voeren realisatie van een nieuwe industriële elektrische installatie, of de renovatie of herstelling daarvan**.

In de tweede graad van de studierichting “Elektrotechnieken” werd er vooral gewerkt rond de beperkte installatie van een residentiële woning. In de derde graad “Elektrische installatietechnieken” komen naast de reeds vermelde industriële installatie ook de meer **complexe aspecten van een residentiële installatie** aan bod.

Daarnaast worden een grondige basiskennis en transfereerbare vaardigheden verworven om eventueel vervolgonderwijs binnen hetzelfde domein aan te kunnen (zie 3.5: Uitstroom).

Bovenvermelde doelstellingen worden in alle vakken nagestreefd. Ook de geïntegreerde proef, in relatie met elk van deze vakken, dient daar toe bij te dragen.

2.2 Instroom en beginsituatie

De logische instroom voor het eerste leerjaar van de derde graad van de TSO-studierichting “Elektrische installatietechnieken” komt uit de studierichting “Elektrotechnieken” van de tweede graad TSO. De tweede graad TSO “Elektriciteit-elektronica” en de tweede graad TSO “Elektromechanica” kunnen ook als relevante vooropleidingen worden beschouwd. Instroom vanuit andere studierichtingen is eerder zeldzaam.

De volgende vormingscomponenten worden als **voorkennis** beschouwd:

- Basisvorming in verband met fysica.
- Basiskennis van theoretische elektriciteit.
- Begrippen en kennis van installatiemethoden (technologie en schemalezen- en tekenen) voor elementaire residentiële elektrische installaties.
- Praktische vaardigheden en inzichten bij het voorbereiden en realiseren van elementaire residentiële elektrische installaties.
- Beschikken over een voldoende ruimtelijk waarnemings- en voorstellingsvermogen.

Typische **attitudes** (houdingen) die van de leerlingen worden verwacht en waar tijdens hun vorming verder aandacht wordt gegeven zijn:

- Interesse hebben voor het verwerven van zowel technisch-theoretische als praktische kennis en vaardigheden.
- Vertrouwen op eigen inzichten.
- In teamverband willen werken en communicatief ingesteld zijn.
- Probleemoplossend willen denken en handelen en voldoende creativiteit aan de dag willen leggen bij het organiseren van werkzaamheden.
- Verantwoordelijkheid nemen bij het voorbereiden en uitvoeren van werkzaamheden en aandacht willen besteden aan kwaliteit, preventie en milieu.
- Verantwoordelijkheid nemen, leidinggevend optreden en besluitvaardig zijn.
- Op basis van zelfevaluatie de eigen inzichten en werkzaamheden bijsturen.
- Bereid zijn zich aan te passen aan wijzigende omstandigheden (flexibiliteit).
- Bereid zijn om informatie te raadplegen en documentatie te zoeken.
- Richtlijnen, voorschriften en normen correct willen toepassen.
- Kwaliteits- en prijsbewust handelen.

2.3 Uitstroom

Na het beëindigen van de studierichting “Elektrische installatietechnieken”, zijn de **tewerkstellingsmogelijkheden** onder meer:

- Technicus residentiële en industriële elektrische installaties.
- Werfverantwoordelijke.

- Zelfstandig aannemer van residentiële en industriële elektriciteitswerken.
- Bediende op een technische dienst.
- Commercieel bediende of verkoper in de elektriciteitssector.
- In het onderwijs als leraar, na nuttige ervaring en GPB-opleiding.
- ...

Eventuele **verdere studies** die het meest voor de hand liggen zijn:

- TSO derde graad derde leerjaar: “Stuur- en beveiligingstechnieken”, “Industriële computertechnieken”, “Regeltechnieken”.
- Diverse opleidingen in het volwassenenonderwijs binnen hetzelfde domein.
- Hoger onderwijs, opleidingen van één cyclus: graduaat (bachelor) elektriciteit, initiële opleiding tot leraar elektriciteit secundair onderwijsgroep 1.

2.4 Algemene pedagogisch-didactische wenken

Het leerplan is in hoofdzaak bedoeld als leidraad. De doelstellingen en leerinhouden betekenen een referentiekader. De wenken zijn bedoeld als suggesties, als tips. Het leerplan mag in geen geval een excuus zijn om niet naar de noden van de maatschappij en de verwachtingen van de leerlingen te luisteren. Er moet naast opleiding voldoende aandacht blijven bestaan voor opvoeding.

De vorming moet zo sterk mogelijk aanleunen op wat typisch en attractief is voor het betreffende arbeidsveld. De leerlingen dienen tot het inzicht te komen dat er een samenhang is tussen het lesgebeuren en het arbeidsproces in het dagelijkse leven. Het is de bedoeling om beroepsfiere **technici** te vormen.

Het is vanuit pedagogisch-didactisch standpunt absoluut noodzakelijk om een degelijke samenhang tussen de vakken te realiseren. Een eerste stap om op dit vlak goede resultaten te bereiken is vertrekken vanuit een **geïntegreerd leerplan**.

Een geïntegreerd leerplan houdt in dat er zo weinig mogelijk onderverdeling is in vakken.

Dit betekent bijvoorbeeld voor het vak “**Installatiemethoden**” dat er geen afzonderlijke leerplan-onderdelen bestaan voor tekenen, installatieleer en werkmethoden. De leerplandoelstellingen en leerinhouden worden zodanig aangeboden dat deze elementen door de leerlingen als één geheel worden ervaren, waardoor ook de **relatie met de vakken “Elektriciteit en lab”, “Automatisering”, “Realisaties elektriciteit” en met de “Geïntegreerde proef”** optimaal wordt. In dit vak komen heel wat technologische aspecten van elektrische installaties aan bod. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen een encyclopedische kennis verwerven, maar wel dat zij de attitude en de methode ontwikkelen om de juiste bronnen rond deze materie te raadplegen. Zij leren de werking van elektrische componenten en apparaten verklaren en de technische specificaties van materialen, componenten en toestellen interpreteren.

Door de leerplandoelstellingen en leerinhouden te groeperen ontstaat er een referentiekader om, zoveel mogelijk, **projectmatig te werken in nauwe samenwerking (zelfde projectdossiers) met de andere hierboven reeds vermelde vakken en in het kader van de geïntegreerde proef**.

In de context van dit leerplan werken kan een **globaal project** bijvoorbeeld zijn: **het realiseren van de elektrische installatie van een klein bedrijf met bureel en residentiële woning**, het studieobject waarvan reeds sprake was in paragraaf 3.1 van deze inleiding waarin de vormingscomponenten en algemene doelstellingen van de studierichting werden omschreven.

Dergelijke aanpak (zie par. 2.5) bevordert sterk **het “just in time” leren, de succeservaring en het welbevinden van de leerlingen**,

De nogal abstracte leerinhouden van deze discipline verplichten de leerkrachten constant te overwegen welke werkvorm zij zullen gebruiken in elke specifieke leersituatie.

Een leerkracht kan werkvormen hanteren waarbij hij/zij doceert, demonstreert of delegeert. In deze laatste situatie heeft de leerkracht vooral een begeleidende taak.

De leerlingen onderzoeken, experimenteren, dialogeren, testen, schetsen, tekenen, voeren uit, schakelen, stellen in werking, monteren, demonteren, controleren en evalueren.

De doelstellingen die, vooral een onderbouw voor de derde graad zelf bieden, maar ook een belangrijke ondersteunende kennis nastreven voor doorstroming naar specialisatie of vervolgonderwijs, worden in het vak "Elektriciteit en lab" en gedeeltelijk ook in het vak "Automatisering" gegroepeerd. Zij dienen echter de samenhang met de meer praktisch georiënteerde vakken zoveel mogelijk te bewaren.

De leerlingen verwerven inzichten om berekeningen en metingen uit te voeren in verband met elektrische grootheden. De wetenschappelijke en wiskundige benadering van deze vakken moet ondersteund worden via overleg met de leerkracht "Wiskunde". Er wordt gewerkt met de basisgrootheden en afgeleide grootheden van het SI-stelsel, waarbij ook steeds de correcte eenheden worden gebruikt. Vectoriële benaderingen worden niet uit de weg gegaan. Het niveau moet echter progressief worden opgebouwd.

Binnen deze vakken wordt eveneens integratie nagestreefd. **De theorie en de laboratoriumoefeningen dienen geïntegreerd aan bod te komen.** Een vaklokaal dat, door zijn concept en uitrusting, de mogelijkheid biedt om er deze vakken geïntegreerd te onderwijzen, kan daarbij bijzonder nuttig zijn. De verschillende activiteiten van de leerlingen zoals het volgen van theorie, het maken van oefeningen en het meten aan proefopstellingen, kunnen plaatsvinden in dit lokaal. Bepaalde leerinhouden die niet als meetopstelling door de leerlingen worden uitgevoerd, kunnen via klassikale opstellingen gehanteerd door de leraar, didactisch worden ondersteund. Ook didactische- en simulatiesoftware zal daartoe worden aangewend.

De metingen en proeven worden zoveel mogelijk aansluitend op de theorie **door de leerlingen zelf** uitgevoerd. Zij leren, wanneer mogelijk via ICT-hulpmiddelen, gestructureerd te rapporteren over de resultaten daarvan onder de vorm van een **verslag**. Om de lessen efficiënt te laten verlopen wordt aanbevolen minimaal twee lessen na elkaar te voorzien voor deze vakken.

2.5 Projectmatig werken volgens een concentrisch vormingsconcept

2.5.1 Wat is een project?

In de context van dit leerplan werken kan een **globaal project** bijvoorbeeld zijn: het realiseren van de **elektrische installatie van een klein bedrijf met bureel, bedrijfsgebouw en residentiële woning**. (zie par. 3.4 Algemene pedagogisch-didactische werken),

Binnen een project komen zowel **conceptuele doelstellingen, uitvoeringsgerichte doelstellingen, evaluatie, bijsturen en attitudevorming** inspelend op elkaar aan bod.

Conceptuele doelstellingen verwijzen naar: te verwerven kennis; begrippen en inzichten om een opgedragen taak inzichtelijk te kunnen uitvoeren. Dit betekent eenvoudig gezegd: het denken voor het doen, voorkennis en voorbereiding.

Uitvoeringsgerichte doelstellingen verwijzen naar de praktische vaardigheden om tot realisatie te komen. Deze doelstellingen slaan dus op het praktisch uitvoeren, het materiaal en component-gebonden doen, het realiseren.

Evaluatie slaat zowel op het proces als op het product met als bedoeling om de eigen kennis en vaardigheden **bij te sturen** en aldus te komen tot kwaliteitsverbetering.

Onder **attitudes** worden verstaan: resultaatsgerichtheid, initiatief nemen, kostenbewustzijn, doorzetting, klantgerichtheid, kwaliteitszorg, werkmethoediek, discipline, interesse, aandacht voor welzijn (veiligheid, gezondheid, milieu), sociale houding, ...

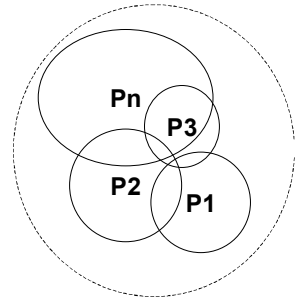
Ook hier is het verband met het realiseren van een **geïntegreerde proef** duidelijk (zie par. 3.2).

2.5.2 *Projectmatig werken*

“Projectmatig werken” berust op een vormingsconcept waarbij diverse projecten elkaar opvolgen.

Elk project wordt ondermeer gekenmerkt door:

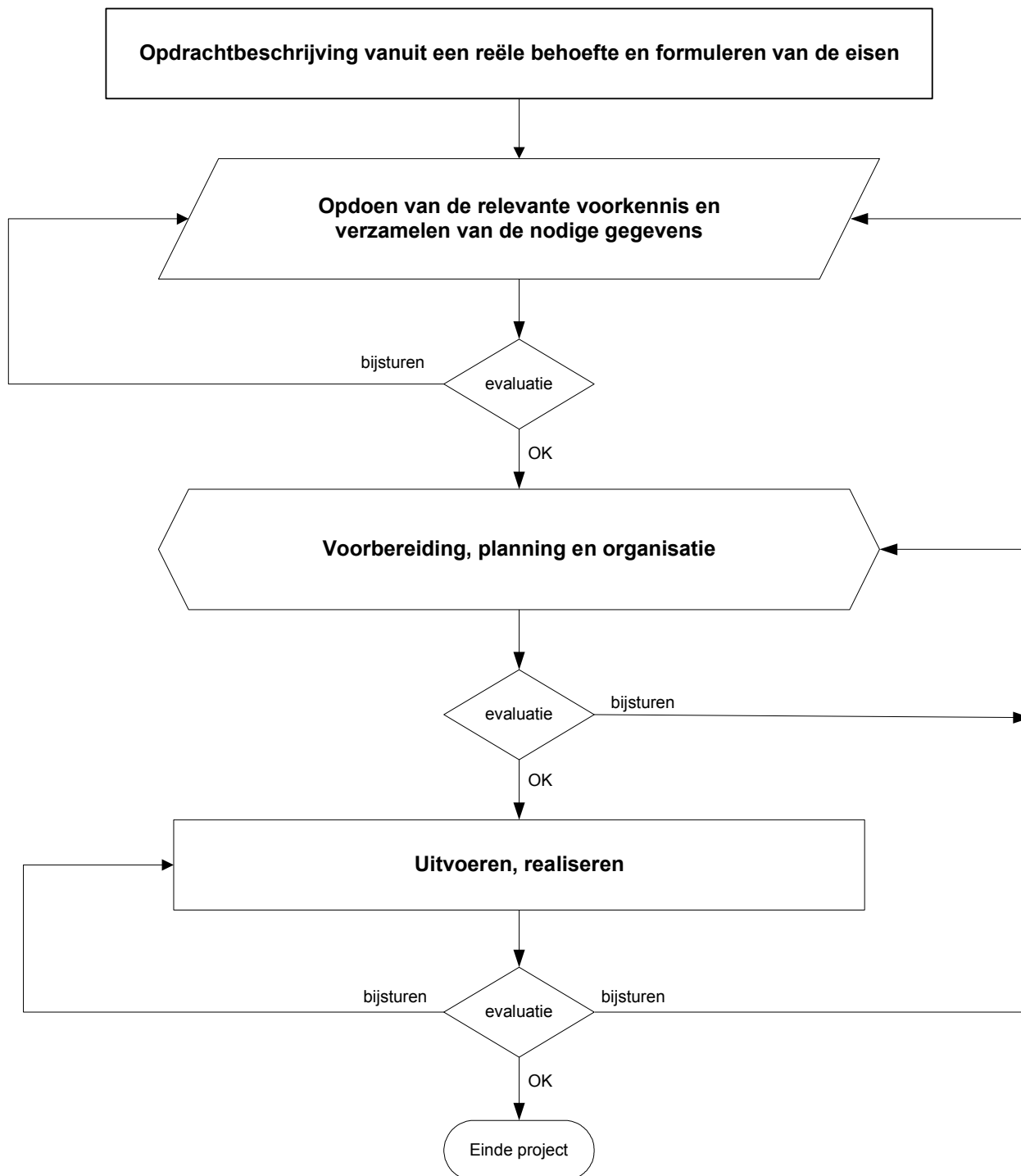
- Kennis, vaardigheden en attitudes uit vorige projecten.
- Nieuwe kennis, vaardigheden en attitudes.
- Specifieke aandachtspunten.
- Stijgend in moeilijkheidsgraad.
- Aspecten uit diverse takenclusters.
- Proces- en productevaluatie.
- Het verloop volgens het technologisch proces.



Tijdens de realisatie van het **globale project** worden zinvolle **deelprojecten** - bijvoorbeeld de elektrische installaties in de verschillende ruimtes van de gebouwen – telkens gekaderd in het betreffende **elektrisch dossier**. Het is daarom belangrijk te werken in een omgeving die de realiteit zo goed mogelijk benadert.

2.5.3 Werken volgens het technologisch proces

Elk project dient in min of meerdere mate te verlopen volgens het technologische proces. Onderstaande flowchart licht dit proces toe.



2.5.4 De keuze van projecten

De grootste uitdaging is het kiezen van geschikte projecten in een logisch en pedagogisch verantwoord continuum, die ook nog binnen de gestelde tijd- en plaatsruimte en met de ter beschikking gestelde middelen kunnen worden gerealiseerd. Belangrijke richtlijnen hierbij zijn:

- De projecten dienen om de leerplandoelstellingen te realiseren.
- De projecten zijn zinvol of worden zinvol in, vermijd in ieder geval men opdrachten waar enkel de “vaardigheid op zich” centraal staat.
- Elk project schenkt aandacht aan het technologisch proces. Zij het dat niet elk onderdeel ervan “kunstmatig” dient te worden beklemtoond.
- Elk project vertrekt steeds vanuit een voorbereiding en planning.
- De moeilijkheidsgraad van de projecten neemt geleidelijk toe.
- Bewaak de leerlijn, zowel voor de theoretische als de praktische doelstellingen.
- Elk nieuw project refereert enerzijds naar kennis en vaardigheden uit vorige projecten maar biedt anderzijds ook telkens iets nieuws aan.
- Breng voldoende verscheidenheid in.
- Beperk de projecten in de tijd.

2.5.5 Een dossier van projecten

Het globale projectdossier bevat o.a. het reglementair elektrisch dossier van de betreffende gebouwen, dat alle documenten bevat die noodzakelijk zijn om de installatie te realiseren en te laten controleren door een erkend keuringsorganisme.

Omwille van de pedagogisch-didactische aanpak kan de leerling, volgens het profiel van de studierichting, **een “dossier van (deel)projecten” opstellen of aanvullen en bijhouden**. Dit biedt heel wat voordelen: gans de leerstof kan erin worden gebundeld, het kan het persoonlijk werk van de leerling bevatten en het kan aangeven hoe de leerling heeft gepresteerd er werd geëvalueerd.

Mogelijke dossierinhouden:

- Een omschrijving van de opdrachten en de gestelde kwaliteitseisen.
- Verwijzingen naar informatiebronnen,... (brochures, handboeken, technische fiches, cd-rom's, websites, ...).
- Verwerkingsdocumenten in verband met de voorkennis (résumé's, geformuleerde oplossingen, verantwoording van gemaakte keuze's ...).
- Tussentijdse opdrachten en toetsen.
- Documenten in verband met de voorbereiding (schetsen, tekeningen, schema's, materiaalhoeveelheden, componenten, kostprijs ...).
- Planning van de uitvoering (werkvolgorde, tijdsbesteding ...).
- Opvolgingsfiche van de uitvoering.
- Documenten in verband met evaluatie en rapportering.
- Foto's van de realisatie.
- ...

2.5.6 Hoe vertalen in een jaarplan?

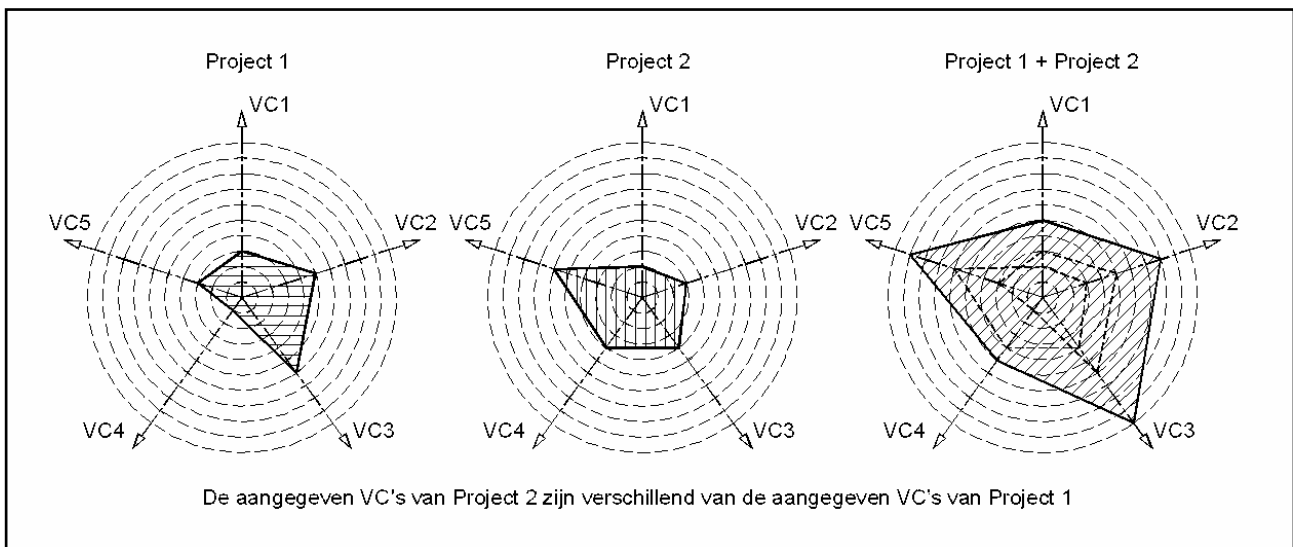
Wanneer alle projecten afgewerkt zijn dienen alle leerplandoelstellingen één of meerdere malen aan bod te zijn gekomen. Om het overzicht te behouden worden de leerplandoelstellingen het best opgelijst, wordt bijgehouden in welke projecten ze aan bod komen, welke diepgang er wordt gevraagd en bereikt, welke evaluatiemethoden er worden gehanteerd, welke elementen van belang zijn voor bijsturing, welke punten in een volgend project extra aandacht vragen... Diverse methodes zijn hiervoor geschikt. Worden deze gegevens in matrixvorm geclusterd dan kan men ze op relatief eenvoudige wijze zowel manueel, als elektronisch (rekenblad, database) gebruiken. Tevens is het een belangrijk werkinstrument voor het opstellen en bijhouden van een **jaarplanning**. In dat verband is het belangrijk voor ogen te houden dat het hier om een **graadleerplan** gaat.

2.5.7 Wat is een concentrisch vormingsconcept?

In de vorige paragrafen werd reeds aangegeven wat we onder projectmatig werken verstaan en waarom projectmatig werken een aantrekkelijke methode is voor de leerlingen.

Aangezien elk nieuw (deel)project dat wordt gerealiseerd, behalve nieuwe doelstellingen, ook herhalende en verdiepende doelstellingen bevat – en men bovendien ook aandacht moet hebben voor de specifieke contextgebonden kenmerken van het project – kan dit worden voorgesteld als een **concentrische** aanpak.

De moeilijkheid hierbij is het bewaken van de diverse leerlijnen. Om na te gaan of alle vormingscomponenten (VC) wel aan bod zijn gekomen, kan onderstaande schematische voorstelling helpen.



Als voorbeeld nemen we 5 vormingsclusters (maar dezelfde redenering geldt natuurlijk ook voor 5 doelstellingen die men aan bod wil laten komen...).

Voor elke vormingscluster worden op een as de te bereiken einddoelstellingen voorgesteld. 100% stelt het maximum voor. Noteren we daarbij enkel de einddoelstellingen die van elkaar verschillen dan krijgt men het volgende:

Met project 1 bereikt men voor elk van de vijf voorgestelde vormingsclusters (doelstellingen) een bepaald percentage van het einddoel.

Met project 2 bereikt men eveneens voor de vijf voorgestelde vormingsclusters (doelstellingen) een bepaald percentage van het einddoel.

De voorgestelde percentages van het einddoel in het project 2 zijn verschillend van deze die bereikt worden in project 1.

Project 1 en project 2 geven samen het gecumuleerde percentage weer van de einddoelstellingen die worden bereikt.

Worden alle einddoelstellingen voor 100% bereikt dan krijgt men een regelmatige veelhoek. Voor de vijf voorgestelde vormingsclusters is dit dus een regelmatige vijfhoek.

2.5.8 Randvoorwaarden

Hieronder sommen enkele essentiële voorwaarden op die deze leerplanvisie ondersteunen:

- Deze visie vraagt een zorgvuldige keuze en opbouw van de diverse (deel)projecten.
- De meest geschikte concentrische opbouw van de leerstofonderdelen wordt bestudeerd en door het lerarenteam gedragen. Alle actoren dienen deze vormingsvisie te steunen en blijvend te stimuleren.
- Een aangepaste infrastructuur met voldoende ruimte om aan projecten te werken. Een werkplaatsklas is hiervoor zeer goed geschikt. Een werkplaats met in de nabijheid een klas – waar regelmatig ondersteunende theorie kan worden gegeven – uiteraard ook.
- De leerkrachten dienen eerder als coach op te treden.
- Aangepaste leermiddelen en evaluatie-instrumenten moeten worden ontwikkeld.
- Beperkte klasgroepen om via differentiatie recht te doen aan elke individuele leerling.

3 Belangrijke aandachtspunten

3.1 Het gebruik van Informatie en Communicatie Technologie (ICT)

Het is evident dat van de mogelijkheden die de computer, op het didactisch vlak biedt, optimaal gebruik moet worden gemaakt. Typische mogelijkheden die op dit leerplan betrekking hebben zijn:

- Het opzoeken van onder meer: kenmerken van materialen, gereedschappen en uitvoeringstechnieken via Internet, cd-rom's, ...
- Het gebruik van educatieve programma's in verband met theoretische elektriciteit, simulatie, het lezen van tekeningen, ruimtelijk voorstellings- en waarnemingsvermogen ...
- Eenvoudige rekenbladen of geprogrammeerde formulieren om de kostprijs te berekenen.
- Programma's ter ondersteuning van zelfevaluatie.
- Eenvoudige software om op een actieve manier kennis en inzichten te verwerken.
- In het vak "Installatiemethoden" wordt de computer, met CAE-software, als tekenhulp geïntegreerd aangewend.

Er dient opgemerkt dat de programma's die men aanwendt dermate gebruiksvriendelijk zijn dat de klemtoon ligt op de te verwerven leerplandoelstellingen en zeker niet op de beheersing van één of ander softwarepakket.

3.2 De geïntegreerde proef

De geïntegreerde proef vormt een belangrijk onderwerp van het 2^{de} leerjaar van de derde graad. Deze proef is enerzijds bedoeld als onderdeel van evaluatie, maar maakt anderzijds ook deel uit van de vorming, de opleiding. Voor de concretisering van de geïntegreerde proef verwijzen we naar:

- De omzendbrief SO 64 van 25 juni 1999 punt 8 "Evaluatie en bekrachtiging van de studies".

- Het algemeen kader in verband met de geïntegreerde proef van het VVKSO, te raadplegen via de website <http://www.vsko.be/vvksa/>.
- Een algemeen model voor de geïntegreerde proef voor deze en andere studierichtingen, te downloaden (in PDF-formaat) via de website <http://www.vsko.be/vvksa/>.
- Voor de studierichting “Elektrische installatietechnieken” is deze **specifieke invulling** in deze paragraaf ook integraal opgenomen.

3.2.1 *Visie op de studierichting*

De studierichting is gericht op het **procesmatig denken en kwaliteitsvol handelen**, zowel conceptueel, voorbereidend als uitvoeringsgericht, in de context van het realiseren, het in bedrijf stellen en het onderhouden van **residentiële en industriële elektrotechnische installaties**.

Oriëntatie naar hoger onderwijs van één cyclus is mogelijk.

Naast een algemene vorming verwerven de leerlingen inzichten, vaardigheden en attitudes rond alle aspecten die verband houden met de realisatie van elektrotechnische installaties.

Zij moeten zich als **technici** kunnen bewegen op het niveau tussen de opdrachtgever-ontwerper en de zuivere uitvoerder. Hun **studieobject** is de **uit te voeren installatie**.

De klemtoon ligt op het herkennen, toelichten en verwerken van de ontwerpaspecten om te komen tot praktische realisaties. Het gaat hier uitdrukkelijk over het **complete proces** met de volgende aspecten: omschrijving van de behoefte, de conceptuele fase, de voorbereiding van de uitvoering, de uitvoeringsfase en de kwaliteitscontrole.

3.2.2 *Opvatting van de geïntegreerde proef*

De geïntegreerde proef wordt opgevat als één (of meerdere) realiteitsgebonden project(en) rond de realisatie van een elektrotechnische installatie. Onder **project** wordt verstaan: het ontwerp van een elektrotechnische installatie uitvoeringsgericht uitwerken en (deels) uitvoeren.

Bij kleine, relatief eenvoudige projecten kan de proef als een individuele opdracht worden opgevat. Bij grotere, meer complexe projecten kan de proef een groepsopdracht zijn.

De belangrijkste theoretisch-technische en praktische vormingscomponenten uit het studierichtingsprofiel komen aan bod. Waar mogelijk worden ook componenten uit de algemene vorming bij de proef betrokken. Opdracht(en) die tijdens de stage worden gerealiseerd vormen uiteraard een meerwaarde.

3.2.3 *Opdracht en inhoud*

3.2.3.1 *Opdracht*

De opdracht moet alle aspecten bevatten die in de visie op de studierichting werden opgenomen: **conceptuele aspecten**, **voorbereidende en uitvoeringsgerichte aspecten** en aspecten in verband met de **kwaliteit**.

De **concrete opdracht** dient in hoofdzaak uit de volgende componenten te bestaan:

- Het samenstellen en bijhouden van een dossier.
- De praktische realisatie van een installatie of een gedeelte daarvan.
- De mondelinge toelichting van de realisatie, in een kort tijdsbestek, via een presentatie.

3.2.3.2 Inhoud

Inhoud van de realisatie

Zowel een nieuwe elektrotechnische installatie, een variante op een bestaande installatie als de renovatie van een installatie zijn zinvolle onderwerpen. De installatie kan residentieel, industrieel of gemengd van aard zijn.

Inhoud van een dossier

Een dossier kan de volgende elementen bevatten:

- Een omschrijving van de opdracht met de vooropgestelde kwaliteitseisen.
- Tekeningen en schema's van het voorontwerp.
- Uitgewerkte uitvoeringsschema's, dimensionering van de installatie, materiaallijst, prijsaanvragen, berekening van de kostprijs, gereedschappen, uitvoeringstechnieken ...
- Naslagdocumenten van de planning en organisatie, de werkvolgorde, de veiligheidsaspecten ...
- Documenten rond de opvolging: logboek, tussentijdse evaluaties, adviezen, bijstellingen, kwaliteitscontrole.
- Stagedocumenten indien er een verband bestaat tussen de geïntegreerde proef en een eventuele stage.
- Elementen ter ondersteuning van de toelichting: foto's, dia's, PC-presentaties ...
- ...

Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van ICT om het dossier te realiseren.

3.2.4 Evaluatie

In de loop van het schooljaar gebeuren tussentijdse evaluaties waarvan minstens één met de jury. Dergelijke evaluaties kunnen leiden tot adviezen en bijsturing.

De eindevaluatie op het einde van het schooljaar mag **niet beperkt worden tot een productevaluatie van het dossier, de praktische realisatie en de presentatie**. Zij moet gebaseerd zijn op het **volledige proces** en rekening houden met de hoofddoelstellingen van de studierichting. Daarbij zullen de volgende hoofdaspecten aan bod komen:

- Het concept.
- De voorbereiding van de uitvoering, het inzichtelijk handelen bij de uitvoering zelf.
- De kwaliteitscontrole.

3.3 Welzijn op het werk en VCA

V: Veiligheids-, gezondheids-, en milieumaatregelen.

C: Checklist of vragenlijst

A: Aannemers

In het kader van de certificatie VCA2000/03 moet elke werknemer een opleiding basisveiligheid (B-VCA) volgen.

De verplichte opleiding is gebaseerd op de plicht om te voorzien in informatie en vorming, zoals bepaald wordt in het K.B. van 27 maart 1998 over het welzijnsbeleid tegenover werknemers.

Deze vorming komt overeen met vraag 4.2 van VCA2000/03. Dit is dus een verplichte vraag om het VCA-certificaat te behalen, namelijk: "Zijn alle operationele medewerkers (langer dan 3 maanden in dienst) in het bezit van een VCA-erkend diploma, certificaat of attest dat niet ouder is dan 10 jaar.

In dit leerplan werden de betreffende doelstellingen en inhouden samen opgenomen in het vak "Realisaties elektriciteit". Het is echter evident dat deze ook in de andere vakken zullen aan bod komen wanneer dit noodzakelijk is. Het zou een meerwaarde voor de leerlingen inhouden indien zij dit attest kunnen verwerven bij het einde van het eerste jaar van de derde graad. Dit in het kader van een eventuele stage tijdens het tweede jaar.

Voor de modaliteiten om het attest - dat 10 jaar geldig is - te behalen, verwijzen we naar de bevoegde organisaties en instanties.

Provinciaal Veiligheidsinstituut
Jezusstraat 28, 2000 Antwerpen
Tel.: 03 203 42 00 - Fax: 03 203 42 30 –
E-mail: petra.verschueren@pvi.provant.be

Vormelek VZW
Heizel Esplanade, BDC 35
1020 Brussel
Tel.: 02 476 16 76 - Fax: 02 476 26 76 - E-mail: info@vormelek-formelec.be



Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail (leerplannen@vvkso.vsko.be) of per brief (Dienst Leerplannen VVKSO, Guimardstraat 1, 1040 Brussel).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, licapnummer.

Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de Dienst Leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

4 Evaluatie

De evaluatie is geen doel op zich en dient meer om de leerlingen te oriënteren, hen vooruit te helpen en het leerproces te sturen dan om hen terecht te wijzen. Evaluatiemomenten zijn meer leermomenten dan beoordelingsmomenten.

Evalueren is meestal geen afzonderlijke activiteit meer maar wordt sterk geïntegreerd in het leerproces. Het geloofwaardigheid en het succes van onderwijsvernieuwingen zoals "geïntegreerd" en "projectmatig" werken neemt toe indien leerlingen ervaren dat de evaluatie op een "aangepaste wijze" verloopt, zij passen hun leergedrag aan.

De prestaties van de leerlingen dienen globaal gewaardeerd te worden en vanuit de meest diverse standpunten benaderd. Er dient op een evenwichtige wijze rekening gehouden te worden met zowel het **proces** als het **product**.

Bij de evaluatie worden de volgende aspecten in een verantwoord evenwicht in rekening gebracht, in overeenstemming met het profiel van de studierichting:

- Cognitieve aspecten: kennen, begrijpen, inzien, toepassen ...

- Psychomotorische aspecten (vaardigheden): nadoen, beheersen, oog-hand-coördinatie, ritme, snelheid nauwkeurigheid
- Attitudes: doorzetting, efficiëntie, sociale gerichtheid, ...

4.1 Procesevaluatie

De procesevaluatie kan gebeuren:

- Aan de hand van een opvolging van de door de leerling geleverde prestaties waarin de neerslag (verwerking, reflectie en kritiek) ligt van het verwerkingsproces.
- Door een regelmatige individuele begeleiding van de leerling die moet leiden naar **zelfevaluatie** waardoor de leerling zijn eigen handelen kan bijsturen om tot kwaliteitsverbetering te komen.
- Langsheen de verschillende opeenvolgende oefeningen en opdrachten waaraan het inzicht en de persoonlijke vorming van de leerling kan getoetst worden.

Enkele indicaties in verband met procesevaluatie:

- Gaat de leerling logische, gestructureerd en zorgvuldig te werk.
- Ontwikkelt de leerling zelfredzaamheid en groeit hij/zij naar meer zelfstandigheid.
- Maakt de leerling efficiënt gebruik van de ter beschikking gestelde gereedschappen en leermiddelen.
- Voert de leerling een opdracht volgens voorschrift uit.
- Voert de leerling spontaan controleberekeningen uit.
- ...

4.2 Productevaluatie

De productevaluatie kan gebeuren:

- In de vorm van rechtstreekse communicatie: individuele gesprekken, groepsbesprekingen en overleg.
- Als onrechtstreekse communicatie: bespreking van het werk van de leerling, onderlinge vergelijkingen en tegenstellingen, ...
- ...

Enkele indicaties in verband met productevaluatie:

- Is een tekening conform de normen.
- Is het resultaat van een berekening correct.
- Voldoet de uitvoering van een installatie aan de vooropgestelde eisen.
- ...

4.3 Evaluatiemiddelen

Permanente- en zelfevaluatie zijn sterk aangewezen bij een geïntegreerde en projectmatige aanpak bij de realisatie van het leerplan. Hiervoor dienen specifieke evaluatie-instrumenten te worden ontwikkeld. Evaluatiemomenten waarbij men gebruik maakt van meer “**klassieke**” evaluatiemiddelen zijn echter nog steeds verantwoord binnen deze benadering, maar ook hier dienen de evaluatiecriteria en –elementen op voorhand bij de leerlingen gekend te zijn.

Oefeningen en huistaken

Na het oplossen van voorbeeldoefeningen in klasverband, moeten de leerlingen in staat zijn gelijkaardige opgaven individueel op te lossen.

Het verdient aanbeveling hierbij een vaste structuur aan te houden waardoor de leerlingen de probleemstelling correct interpreteren (gegeven, gevraagde, figuur ...). Bij de eenvoudigste opgaven volstaat het invullen van de gegevens in een basisformule. In andere gevallen dienen de leerlingen via een aantal tussenstappen het gevraagde uit de gegevens af te leiden.

Verslagen

De leerlingen moeten de meetresultaten uit de meetoefeningen correct kunnen weergeven en verwerken in een gestructureerd verslag en er de gepaste interpretatie kunnen aan geven. Ook hier is het aangewezen om een duidelijk vooropgesteld stramen te hanteren. Deze evaluatie mag zich niet beperken tot dit verslag, maar dient ook de activiteiten van de leerlingen tijdens de meetsessies in rekening te brengen (persoonlijke inzet, zin voor zelfstandigheid en nauwkeurigheid, aandacht voor veiligheid, kritische ingesteldheid, bereidheid tot teamwork ...).

Mondelinge overhoring

Tijdens het aanbrengen van de leerstof kan men regelmatig duidelijk geformuleerde en doelgerichte vragen stellen. Uit de antwoorden van de leerlingen kunnen aandacht, inzet, inzicht en het begrijpen van de leerstof worden afgeleid.

Overhoringen

- Regelmatige schriftelijke overhoringen kunnen noodzakelijk zijn. Een aantal vormen kunnen hierbij worden gebruikt:
- Korte, eventueel onaangekondigde overhoringen op het einde van een les of bij het begin van de volgende les, over enkele hoofdelementen van de beperkte leerstof.
- Aangekondigde, summatieve overhoringen waarbij alle elementen van een reeks lessen aan bod komen en waaruit ook moet blijken of de leerlingen de opgaven in hun juiste context kunnen plaatsen.

Toetsen en examens

Hiermee evalueert men of de leerlingen in staat zijn grotere pakketten leerstof te assimileren en ook dan de opgaven juist kunnen situeren in dit groter geheel.

5 Elektriciteit en lab: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken

Doelstellingen met de vermelding (**U**) kunnen bij uitbreiding worden nagestreefd. Alle andere doelstellingen moeten worden bereikt.

5.1 Driegeleidernetten en viergeleidernetten

5.1.1 Driefasige spanning

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | Uitleggen hoe een driefasige spanning met drie spoelen opgewekt wordt. | Opwekken van een driefasige spanning |
| 2 | De definitie van een driefasige spanning verbaal kunnen meedelen en de voorstelling vectorieel en sinusoidaal nauwkeurig schetsen. | Definitie en voorstelling van een driefasige spanning |

DIDACTISCHE WENKEN

De definitie van een driefasige spanning laten afleiden uit de gegeven sinusoidale voorstelling. Via een multimediatoepassing kan de driefasige spanning gevisualiseerd worden.

Er kan gebruik gemaakt worden van softwarepakketten (bv Excel) om de voorstelling van de driefasige sinusoidale voorstelling te visualiseren.

5.1.2 Sterschakeling

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1 | De spanningsspoelen in 'ster' tekenen en de aansluitklemmen benoemen. | Spanningsspoelen in sterkschakeling, aansluitklemmen |
| 2 | Op een figuur van een sterschakeling, fase-stroom, lijnstroom, fasespanning en lijnspanning aanduiden en op een viergeleidernet de fasespanningen en de lijnspanningen zelfstandig meten. | Fase- en lijngrootheden bij een sterschakeling |
| 3 | Verklaren wat er bedoeld wordt met evenwichtige en onevenwichtige belasting. | Evenwichtige en onevenwichtige belasting |
| 4 | Van een inductieve evenwichtige belasting in ster de drie spanningen en de drie stromen vectorieel voorstellen en hieruit de wiskundige uitdrukkingen van die grootheden afleiden. | Spanningen en stromen bij een driefasige belasting in ster |

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 5 | Een driefasige gelijkmatige ohmse belasting in ster zelfstandig opbouwen en door meting het verband tussen de fase- en de lijnwaarden voor stroom en spanning vaststellen en het wiskundig verband zoeken. | Verband tussen fase- en lijnspanning |
| 6 | De hoofdeigenschap van een driefasige spanning in woorden en in formulevorm weergeven. | Hoofdeigenschap driefasige spanning |
| 7 | De netgegevens: 400 V/230 V kunnen duiden en het verband tussen een driefasig viergeleider net en een eenfasig net verduidelijken. | Verband driefasig en eenfasig net |
| 8 | Zelfstandig eenfasige verbruikers op een driefasig net aansluiten. | Eenfasige verbruikers op een viergeleider net |

DIDACTISCHE WENKEN

Als voorbeeld van een evenwichtige belasting kan hier de driefasige asynchrone motor aangehaald worden. De drie lijnstromen kunnen met een stroommeetang gemeten worden en er kan een link gelegd worden naar het opsporen van fouten.

Wiskundige afleidingen dienen enkel om het verband aan te tonen. Het is zeker zo belangrijk dat leerlingen inzien dat een lijnspanning samengesteld is uit twee fasespanningen en dat daaruit voortvloeit dat de lijnspanning groter is dan de fasespanning.

Door de leerlingen verbruikers te laten aansluiten krijgen ze een beter inzicht in het verband tussen een eenfasig en een driefasig net.

5.1.3 Driehoekschakeling

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De spanningsspoelen in 'driehoek' tekenen en de aansluitklemmen benoemen.
- 2 Op een figuur van een driehoekschakeling, fase-stroom, lijnstroom, fasespanning en lijnspanning aanduiden.
- 3 Een driefasige gelijkmatige ohmse belasting in driehoek zelfstandig opbouwen en door meting het verband tussen de fase- en de lijnwaarden voor stroom en spanning vaststellen en het wiskundig verband zoeken.

LEERINHouden

- Spanningsspoelen in driehoekschakeling, aansluitklemmen
- Fase- en lijngrootheden bij een driehoekschakeling
- Verband fasespanning en lijnspanning en verband fasestroom en lijnstroom

DIDACTISCHE WENKEN

Het meten van lijn- en fasestromen bij een driefasige bron in driehoek is niet evident. In de labo's bouwen de leerlingen een driehoekschakeling met verbruikers op. De leerkracht dient hier dan wel de link te helpen leggen tussen een driehoekschakeling van spanningsspoelen en van verbruikers zodat leerlingen via experimentele weg het verband tussen lijn- en fasegrootheden kunnen leggen.

5.2 Eenfasige wisselstroomketens

5.2.1 Serieschakeling van R en L, R en C, L en C en van R, L en C

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Het vectordiagram opbouwen, de faseverschuiving aanduiden. | Vectordiagrammen |
| 2 | De impedantiedriehoek construeren en de faseverschuivingshoek aanduiden | Impedantiedriehoek |
| 3 | Formules opbouwen om de spanningen, de impedantie en de faseverschuiving te berekenen. | Formules |
| 4 | Een seriekring naar keuze zelfstandig opbouwen en de gevonden formules toepassen op de metingen. | Opbouwen en meten |
| 5 | Met behulp van een zelfstandige meting de invloed van een condensator, een spoel en de frequentie op de faseverschuiving tussen U en I aantonen en conclusies trekken. | Invloed van L en C op de faseverschuiving |
| 6 | De eigenschappen van een serieresonantiekkring en de wiskundige uitdrukking voor het bepalen van de resonantiefrequentie afleiden. (U) | Begrip serieresonantie en resonantiefrequentie (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de aanvang van deze leerstofeenheid kan best gepolst worden of de leerstof van de enkelvoudige kring voldoende gekend is. Een herhaling van deze leerstof kan dan ingelast worden.

Door eerst metingen uit te voeren op een seriekring, merken de leerlingen dat de som van de deelspanningen niet gelijk is aan de totale spanning. Door dit gegeven worden de leerlingen gestimuleerd om in het theoretische gedeelte van de les op zoek te gaan naar formules die het verband geven tussen de verschillende spanningen. Hun bevindingen kunnen dan achteraf getoetst worden met de meetresultaten van de laboproef. Dezelfde werkwijze kan gevolgd worden om tot de formule van de totale impedantie te komen.

Het is niet nodig al de schakelingen op te bouwen en telkens de metingen en de berekeningen te doen. Het volstaat een keuze te maken uit één van de mogelijkheden: R en L, R en C, R en L en C.

Bij resonantie **(U)** kan men ook eerst vertrekken uit een laboles. De leerlingen onderzoeken welke invloed de frequentie heeft op een serieschakeling. Ze merken dat de stroomsterkte bij toenemende f eerst daalt en daarna stijgt. Dit moet de leerlingen motiveren om dit fenomeen verder te onderzoeken.

5.2.2 Parallelkring

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 | Het vectordiagram opbouwen, de faseverschuiving aanduiden. | Vectordiagrammen |
| 2 | De admittantiedriehoek construeren en de faseverschuivingshoek aanduiden. | Admittantiedriehoek |

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 3 | Formules opbouwen om de stromen, de impedantie en de faseverschuiving te berekenen. | Formules |
| 4 | Een parallelkring zelfstandig opbouwen en de gevonden formules toepassen op de metingen. | Opbouwen en meten |
| 5 | Met behulp van een zelfstandige meting de invloed van een condensator, een spoel en de frequentie op de faseverschuiving tussen U en I aantonen en de conclusies trekken. | Invloed van L en C op de faseverschuiving |
| 6 | De eigenschappen van een parallelresonantiekkring en de wiskundige uitdrukking voor het bepalen van de resonantiefrequentie afleiden. (U) | Begrip parallelresonantie en resonantiefrequentie (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Zoals bij de serieschakeling kun je hier ook een probleemsituatie creëren vanuit de laboles. Door eerst metingen uit te voeren op een parallelkring, merken de leerlingen dat de som van de deelstromen niet gelijk is aan de totale stroom. De leerlingen worden zo gestimuleerd om in het theoretische gedeelte van de les op zoek te gaan naar formules die het verband geven tussen de verschillende stromen. Hun bevindingen kunnen dan achteraf getoetst worden met de meetresultaten van de laboproef. Dezelfde werkwijze kan gevolgd worden om tot de formule van de totale impedantie te komen. Met behulp van de meetresultaten berekenen de leerlingen de impedanties van de verschillende paralleltakken en de impedantie van de hele schakeling. De totale impedantie is niet gelijk aan de som van de deelimpedanties.

Bij resonantie (U) kan men ook eerst vertrekken uit een laboles. De leerlingen onderzoeken welke invloed de frequentie heeft op een parallelkringl. Ze merken dat de stroomsterkte bij toenemende f eerst stijgt en daarna terug daalt. Dit moet de leerlingen motiveren om dit fenomeen verder te onderzoeken.

5.2.3 Vermogen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | De formule van het actief vermogen opbouwen. | Formule actief vermogen |
| 2 | Vanuit de stroomdriehoek de vermogendriehoek opbouwen en hieruit de formules van het actief, reactief, schijnbaar vermogen afleiden. | Vermogendriehoek, actief, reactief en schijnbaar vermogen |
| 3 | Het begrip arbeidsfactor omschrijven en hieruit besluiten dat de arbeidsfactor gelijk is aan $\cos \varphi$. | Begrip arbeidsfactor |
| 4 | Vermogen, stroom, spanning en arbeidsfactor zelfstandig meten bij een inductieve belasting en de formules van doelstellingen toepassen. | Formules toepassen |
| 5 | Argumenteren waarom de arbeidsfactor best zo groot mogelijk is. | Belang arbeidsfactor |
| 6 | Aan de hand van de vermogendriehoek de gevolgen van een bijkomende parallelcondensator op de arbeidsfactor uitleggen. | Verbeteren van de arbeidsfactor |

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 7 | Met V en A en $\cos \varphi$ -meter het actief, reactief en schijnbaar vermogen bepalen, voor en na de verbetering. | Vermogen na verbetering van de arbeidsfactor |
| 8 | De minimum arbeidsfactor die de energiemaatschappij oplegt, kunnen geven en een gepaste parallelcondensator bepalen. | Minimum arbeidsfactor |
| 9 | Aan de hand van de heersende $\cos \varphi$ de gepaste parallelcondensator bepalen om bij een bestaande inductieve belasting de vermogenfactor $> 0,9$ te maken. | Arbeidsverbeteringscondensator |

DIDACTISCHE WENKEN

Benadrukken dat de arbeidsfactor (Powerfactor – PF) de verhouding is van de werkelijk geleverde of actieve energie tot de schijnbare energie.

De formules om de arbeidsverbeteringscondensator te berekenen ter beschikking stellen. Wiskundige afleidingen kunnen als uitbreiding dienen. De leerlingen moeten de formules kunnen toepassen en tabellen leren gebruiken.

Leerlingen die de leerstof sneller verwerken, kunnen wiskundig aantonen dat de arbeidsfactor die de maatschappijen wensen 0,948 bedraagt.

5.2.4 De gemengde kring (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Het vectordiagram van een gemengde schakeling opbouwen (R en L in serie, parallel met een C) (U)
- 2 Formules afleiden uit het vectordiagram. (U)

LEERINHOUDEN

- Vectordiagram (U)
- Formules (U)

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de gemengde kring kan verwezen worden naar de verbetering van de arbeidsfactor door een parallelcondensator.

5.3 Driefasige wisselstroomketens

5.3.1 Noodzaak van de nulgeleider

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Via meting op een driefasige ongelijkmatige belasting de noodzaak van de nulgeleider aantonen.

LEERINHOUDEN

- Noodzaak van de nulgeleider

DIDACTISCHE WENKEN

De begrippen “evenwichtige en niet evenwichtige belasting” en de hoofdeigenschap van een driefasige spanning zijn in een vorige leereenheid aan bod geweest en kunnen hier best kort herhaald worden.

Uit de noodzakelijkheid van een nulgeleider volgt het bestaan van een viergeleider-net.

5.3.2 Viergeleider-netten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De stromen en spanningen berekenen in een driefasige symmetrische belasting in ster, aangesloten op een driefasennet met bereikbare nulgeleider.
- 2 Stromen en spanningen voor een evenwichtige belasting door vectoren voorstellen en daar de wiskundige uitdrukkingen van de stromen uit afleiden.
- 3 Verklaren of een onevenwichtige belasting op dit net mogelijk is.

LEERINHOUDEN

- Evenwichtige belasting in ster op een viergeleider-net
- Wiskundige uitdrukkingen van de stromen en de spanningen bij een evenwichtige belasting
- Noodzaak van de nul bij een onevenwichtige belasting (*Herhaling*)

DIDACTISCHE WENKEN

Er kan een link gelegd worden naar de les technologie waarin de uitschakelvolgorde van de vierpolige automaat voorkomt dat verbruikers stuk gaan bij het uitschakelen van een onevenwichtige belasting.

Bij de berekeningen volstaat één eenvoudig rekenvoorbeeld. Dit moet de leerlingen voldoende inzicht geven in de schakeling. Anders verzeilt men in een rekenles.

5.3.3 Driegeleider-netten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De stromen en spanningen berekenen in een driefasige symmetrische belasting in ster, aangesloten op een driefasennet in ster zonder nulgeleider.
- 2 Een driefasige motor aansluiten in ster op de nominale spanning en op een te lage spanning, de spanningen over de spoelen meten de motor belasten en conclusies trekken in verband met de motorstroom.
- 3 Verklaren of een onevenwichtige belasting op dit net mogelijk is.
- 4 De stromen en spanningen berekenen in een driefasige symmetrische belasting in driehoek, aangesloten op een driefasennet in ster zonder nulgeleider.

LEERINHOUDEN

- Evenwichtige belasting in ster op een driegeleider-net (in ster)
- Driefasige motor op een driegeleider-net
- Onevenwichtige belasting in ster op een driegeleider-net (in ster)
- Evenwichtige belasting in driehoek op een driegeleider-net (in ster)

- | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Uit de kenplaat van de motor afleiden of een motor in ster of in driehoek moet geschakeld worden en de driefasige motor zelfstandig aansluiten in driehoek, de spanningen over de spoelen meten. | Keuze ster- of driehoekschakeling van een motor |
| 6 | Verklaren of een onevenwichtige belasting op dit net mogelijk is. | Onevenwichtige belasting in driehoek op een driegeleidernet (in driehoek) |
| 7 | De stromen en spanningen berekenen in een driefasige symmetrische belasting in ster, aangesloten op een driefasennet in driehoek zonder nulgeleider. | Evenwichtige belasting in ster op een driegeleidernet (in driehoek) |
| 8 | Verklaren of een onevenwichtige belasting op dit net mogelijk is. | Onevenwichtige belasting in ster op een driegeleidernet (in driehoek) |
| 9 | De stromen en spanningen berekenen en in een driefasige symmetrische belasting in driehoek, aangesloten op een driefasennet in driehoek zonder nulgeleider. | Evenwichtige belasting in driehoek op een driegeleidernet (in driehoek) |
| 10 | Verklaren of een onevenwichtige belasting op dit net mogelijk is. | Onevenwichtige belasting in driehoek op een driegeleidernet (in driehoek) |

DIDACTISCHE WENKEN

De leerlingen sluiten een driefasige motor aan op een te lage spanning (230 V i.p.v. 400 V,) drijven de belasting geleidelijk op, meten de stroom en leiden af dat de motorstroom te groot wordt als de motor volledig belast zou worden. Indien de mogelijkheid er is deze proef in kleine groepjes laten uitvoeren.

Een eenvoudig rekenvoorbeeld voor elk net en voor elke belasting volstaat. Met een simulatiepakket kunnen meerdere voorbeelden gevisualiseerd worden. We beperken ons op berekeningen op symmetrische netten. Berekeningen op asymmetrische netten vergen te veel tijdrovende wiskundige berekeningen. Hier volstaat het dat leerlingen weten of een evenwichtige belasting al dan niet mogelijk is.

Bij metingen zoveel mogelijk gebruik maken van industriële multimeters met bijbehorende meettang.

5.3.4 Vermogen en arbeidsfactor

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De formules opbouwen en toepassen om het driefasig actief, reactief en schijnbaar vermogen te bepalen voor een gelijkmatige belasting en een ongelijkmatige belasting.
- 2 Een meetopstelling tekenen en opbouwen voor het meten van het driefasig vermogen bij een viergeleidernet (symmetrisch en asymmetrisch belast).
- 3 Een meetopstellen tekenen en opbouwen voor het meten van het driefasig vermogen bij een driegeleidernet (symmetrisch en asymmetrisch belast).

LEERINHouden

- Actief, reactief en schijnbaar vermogen bij evenwichtige en onevenwichtige belasting
- Meten van het actief vermogen bij een viergeleidernet
- Meten van het actief vermogen bij een driegeleidernet

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 4 | Het onderscheid aangeven tussen de arbeidsfactor en de gemiddelde arbeidsfactor, ze in formulevorm weergeven. | Arbeidsfactor en gemiddelde arbeidsfactor |
| 5 | Meten van de arbeidsfactor en vermogen en conclusies trekken in verband met de verandering van de arbeidsfactor in functie van de belasting. | Meten en verbeteren van de arbeidsfactor |
| 6 | De waarde van de arbeidsverbeteringscondensatoren bepalen. | Arbeidsverbeteringscondensatoren |
| 7 | De ster-driehoek transformatie toepassen op de capacatieve reactanties en hieruit de C-waarden afleiden. (U) | De ster-driehoek transformatie (U) |
| 8 | Het schema om de gemiddelde arbeidsfactor met een kWh-meter en een kvarh-meter van een driefasige belasting te bepalen, toelichten en de meting uitvoeren op een inductieve belasting (U) . | Bepalen van de gemiddelde arbeidsfactor (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de metingen zoveel mogelijk gebruik maken van industriële multimeters met bijhorende meettang. Zich enkel beperken tot realistische praktijkgerichte metingen.

De arbeidsfactor en het vermogen meten bij een net dat evenwichtig belast is door een driefasenmotor. De meting uitvoeren bij onbelaste motor, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ en volledig belaste motor.

Het bepalen van de arbeidsverbeteringscondensatoren gebeurt bij voorkeur voor een driefasenmotor, de tabellen worden ter beschikking gesteld. Indien mogelijk de schakeling uitvoeren en de arbeidsfactor controleren.

5.4 Kooiankermotoren of de driefase inductiemotoren

5.4.1 Opbouw en werking

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHouden

- | | | |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | De samenstelling van de kooimotor beschrijven. | Samenstelling kooimotor |
| 2 | Het klemmenbord van een driefasige inductiemotor tekenen, de ligging van de wikkelingen er op aanduiden en de klemmen benoemen. | Klemaanduiding |
| 3 | Het ontstaan van een draaiveld in een driefasewikkeling uitleggen. | Ontstaan van het draaiveld bij een driefasig systeem |
| 4 | Het werkingsprincipe van een kooiankermotor uitleggen en toelichten hoe de motorstroom verandert bij belasting. | Werkingsprincipe |
| 5 | Het begrip "slip" uitleggen en uitdrukken in formulevorm. | "Slip" |

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 6 | Verklaren hoe je de draaizin van de motor omkeert en de draaizin controleert. | Omkeren van de draaizin van de motor |
| 7 | De invloed nagaan van de frequentie, het aantal polen, de belasting op de rotatiefrequentie van de motor. | Rotatiefrequentie van het draaiveld en slip |
| 8 | De koppelrotatiefrequentiekarakteristiek $T = f(n)$ tekenen en het verloop van de karakteristiek bespreken. | Koppelrotatiefrequentiekarakteristiek |
| 9 | De koppelrotatiefrequentiekarakteristiek opnemen. (U) | Opnemen van de koppelrotatiefrequentiekarakteristiek (U) |
| 10 | Het verloop van de koppelrotatiefrequentiekarakteristiek verklaren (U) . | Koppelrotatiefrequentiekarakteristiek (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Voor de studie van het draaiveld kun je gebruik maken van invulbladen met tabellen waar de leerlingen voor verschillende ogenblikken de grootte van de fluxen voor de verschillende fasewikkelingen op invullen. Ze stellen de fluxen voor met vectoren en bepalen dan de resulterende flux. Leerlingen concluderen dat de resulterende fluxvector een ronddraaiende beweging maakt.

Om de zin van het draaiveld te controleren kan men gebruik maken van draaiveldmeter.

Door de leerlingen de rotatiefrequentie van het draaiveld te laten afleiden uit de kenplaatgegevens van een motor, zullen ze de kenplaat gegevens beter kunnen interpreteren en een beter inzicht verkrijgen over de rotatiefrequentie van de rotor en het draaiveld.

Om de invloed na te gaan van de belasting op de rotatiefrequentie van de motor volstaat het de motor $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ en volledig te belasten.

Enkele belastingskarakteristieken (pomp, transportband) kunnen geprojecteerd worden op de T/n-kromme waaruit de leerlingen kunnen afleiden of de motor geschikt is voor de belasting.

5.5 AC/AC-omvormers (transformatoren)

5.5.1 Samenstelling en werking van de eenfasige transfo

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Het doel van een transformator omschrijven. | Doel van een transformator |
| 2 | Het principeschema van een onbelaste transfo tekenen en de delen benoemen. | Samenstelling van een transformator |
| 3 | Het principe van wederzijdse inductie uitleggen en de werking van een onbelaste transformator uitleggen. | Werking van de onbelaste transfo |
| 4 | Het verband tussen primaire en secundaire spanningen en windingen proefondervindelijk vaststellen bij een onbelaste transfo. | Transformatieverhouding |

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 5 | De werking van een belaste transformator uitlegen. | Werking van een belaste transfo |
| 6 | Het verband tussen primaire en secundaire spanningen, windingen en stromen proefondervindelijk vaststellen bij een belaste transfo. | Vervand primaire en secundaire stroom |
| 7 | Het verband tussen het primaire en secundaire vermogen in formulevorm weergeven en de formules toepassen. | Vermogen |

5.5.2 Verliezen en rendement van een transfo

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | De verliezen opsommen die zich voordoen in een belaste transfo. | Verliezen |
| 2 | De formule van het rendement formuleren in functie van de vermogens. | Rendement |
| 3 | Het belang van de secundaire kortsluitspanning duiden. | Kortsluitspanning |
| 4 | De voorwaarden opsommen om meerdere transfo's parallel te schakelen. (U) | Parallelschakeling van eenfasige transformatoren (U) |
| 5 | Schema's op transformatoren analyseren, verschillende spanningen realiseren op controlemetingen uitvoeren. | Serie- en parallelschakelen van secundaire wikkelingen |

DIDACTISCHE WENKEN

Het belang van de kortsluitspanning (in %) kan gelinkt worden aan een les technologie over de keuze van de industriële beveiligingen.

5.5.3 Samenstelling van een driefasige transfo

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | De opbouw van een driefasige transfo weergeven, het prinsipeschema van een driefasige transformator tekenen en de drie fasewikkelingen benoemen volgens de I.E.C.-normering. | Opbouw |
| 2 | Het begrip "klokgetal" verduidelijken (U) en de lettercode die de schakelgroep aangeeft verklaren. | Schakelingen (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Leerlingen moeten het klokgetal niet kunnen afleiden uit de schakeling. Ze moeten wel de betekenis ervan kennen.

5.5.4 Bijzondere transformatoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | De kenmerkende eigenschappen van de veiligheidstransfo toelichten. | De veiligheidstransformator |
| 2 | De kenmerkende eigenschappen van de speelgoedtransfo toelichten. | De speelgoedtransformator |
| 3 | De samenstelling van een spaartransfo verduidelijken en de voor- en nadelen van de spaartransfo omschrijven. | Spaartransformator |
| 4 | Samenstelling van de regeltransfo toelichten. | Regeltransformator |
| 5 | De U/I -karakteristiek van een lastransfo tekenen en toelichten. | De lastransformator: ontsteekspanning en de laspanning |
| 6 | Aan de hand van een principeschema de stroomregeling van een lastransfo met magnetische shunt uitleggen. (U) | De lastransformator met magnetische shunt |
| 7 | Aan de hand van een principeschema de stroomregeling van een lastransfo met voorschakelement uitleggen. (U) | De lastransformator met voorschakelweerstand |
| 8 | Het doel van stroommeettransfo's en spanningsmeettransfo omschrijven. | Meettransformatoren:doel |
| 9 | Uitleggen waarom de stroommeettransfo secundair nooit een open kring is en uitleggen waarom de spanningsmeettransfo secundair nooit mag kortgesloten worden. | Secundaire kring van de stroom- en spanningsmeettransfo |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de les over de veiligheidsgtransfo wordt best verwezen naar het gebruik van de scheidingstransfo bij de stuurstroombanen.

Een link naar de verschillende soorten netten is ook aangewezen.

5.6 AC/DC-omvormer

5.6.1 Gelijkstroomvoeding met dioden

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De diode als schakelement vergelijken met een ideale schakelaar en de begrippen drempelspanning, doorslagspanning, lekstroom toelichten.
- 2 De diode in doorlaatzin en in sperzin aansluiten en telkens de spanning over de verbruiker en over de diode meten.
- 3 Voor een gegeven diode de volgende grootheden opzoeken aan de hand van ter beschikking zijnde gegevens van de fabrikant: P_{max} , maximum spanning, maximum stroom in doorlaat, drempelspanning.
- 4 Aan de hand van een schema het verloop van de uitgangsspanning van een gelijkrichterschakeling schetsen en de meetgegevens interpreteren.
- 5 Het schema van een eenvoudige gestabiliseerde voeding ter beschikking stellen en het doel van al de aanwezige componenten verklaren.

LEERINHOUDEN

- De werking van de diode als schakelement
- Aansluiting van een diode
- Eigenschappen van een diode
- Gelijkrichterschakelingen
- De éénfasig enkelzijdige gelijkrichter
 - De éénfasig dubbelzijdige gelijkrichter
 - De éénfasige bruggelijkrichter
 - De driefasig enkelzijdige gelijkrichter
 - De driefasig dubbelzijdige gelijkrichter
- De gestabiliseerde voeding: opbouw – werking

DIDACTISCHE WENKEN

- 1 De opbouw en werking van de diode wordt best beperkt tot de eigenschap ervan, namelijk het geleiden in de ene zin en het sperren in de andere.
- 3 De datagegevens van enkele veel gebruikte halfgeleiders ter beschikking stellen, hetzij op papier, hetzij op cd, hetzij de vermelding van enkele Internetadressen.
- 5 Bij de metingen op de gelijkrichterschakelingen wordt de (gestabiliseerde) voeding steeds gebruikt in belaste toestand. Dit is een geschikt moment om als praktisch voorbeeld de spanningsregelaar van een auto ter sprake te brengen.

5.7 Gedrag van de driefasige kooiankermotor

5.7.1 Het aanlopen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Stroomsterkte en koppel bij het aanlopen weergeven in functie van de rotatiefrequentie.
- 2 De aanloopstroom, de nominale stroom en indien mogelijk het aanloopkoppel en het nominale koppel bij ster-driehoekaanloop meten en met behulp van een grafiek verduidelijken hoe de stroom en het koppel veranderen bij ster-driehoekaanloop.
- 3 Aantonen dat de aanloopstroom driemaal verkleint bij gebruik van een ster-driehoekaanzetter. **(U)**
- 4 Het vermogenschema van een softstarter in blok-vorm schetsen en de functie van elk deel toelichten.
- 5 Het verloop van de uitgangsspanning van de softstarter weergeven en bespreken.
- 6 Op basis van de motorgegevens en de gegevens van de softstarter, de gepaste aansluiting realiseren en de nodige parameters op de softstarter instellen.
- 7 Het gebruik van een frequentieregelaar als aanzetter toelichten.

LEERINHOUDEN

- Noodzaak van het aanlopen: aanloopstroom: aanloopkoppel
- Ster-driehoekaanloop
- Stroomverloop bij ster-driehoekaanloop **(U)**
- Vermogenkring met softstarter
- Werking van een softstarter en het verloop van zijn uitgangsspanning
- Keuze van een softstarter en het instellen van de parameters
- Aanlopen met frequentieomvormer

DIDACTISCHE WENKEN

De algemene werking en opbouw van de driefasige asynchrone motor wordt herhaald in de eerste les.

Bij de bespreking van het verloop van de koppelrotatiefrequentiekarakteristiek wordt de grootte van de rotorslip in verband gebracht met de grootte van de belasting.

Bij de verklaring van de werking een softstarter dient men de werking van een gestuurde diode toe te lichten en de geleidingsvoorwaarden te definiëren.

5.7.2 Belasten van een asynchrone motor

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Experimenteel het verband aantonen tussen de grootte van de belasting, de slip, de stroomsterkte, de arbeidsfactor en het vermogen.
- 2 Door vergelijking van de koppelrotatiefrequentiekarakteristiek van motor en belasting besluiten of de gekozen motor geschikt is om de belasting aan te drijven.

LEERINHOUDEN

- Invloed van de belasting op de rotatiefrequentie, de stroom, de slip en het koppel
- Keuze van de motor

5.7.3 Aanpassen van de rotatiefrequentie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- 1 Op basis van de wiskundige uitdrukking van de slip, de verschillende mogelijkheden om snelheidsregeling te realiseren, toelichten.
- 2 Een dahlandertype of een motor met gescheiden wikkelingen onderscheiden van een gewone kooi-ankermotor op basis van de klemaanduidingen, de kenplaatgegevens en op basis van ohmmetingen.
- 3 Het regelen van de rotatiefrequentie door aanpassen van de statorspanning toelichten met behulp van T/n -grafiek de grootte van het regelgebied bespreken. **(U)**
- 4 Het blokschema van het vermogengedeelte van een frequentieregelaar kunnen schetsen en de functie van elk blok uitleggen.
- 5 Het belang van de spanning-frequentie verhouding toelichten, ook bij oversynchrone werking en het soort U/f -verhouding koppelen aan het soort belasting (lineaire en kwadratische karakteristiek).
- 6 De uitgangsgrootheden U , I en U/f -verhouding toelichten in functie van de motorimpedantie. **(U)**
- 7 Het verband tussen de ontwikkelde warmte van de motor en de grootte van de frequentie toelichten en maatregelen voorstellen om te grote warmteontwikkeling te voorkomen. **(U)**

5.7.4 Remmen van asynchrone motoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- 1 Het remmen met een elektromagnetische rem toelichten (arbeidsstroom en ruststroomprincipe).
- 2 Het werkingsprincipe van het remmen met gelijkstroominjectie uitleggen.

5.8 De éénfasige inductiemotor

5.8.1 De éénfasige inductiemotor met hulpwikkeling

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De algemene opbouw van de éénfasige inductiemotor omschrijven en toelichten.	Samenstelling
2 Op basis van een schema het aanlopen verduidelijken van de éénfasige inductiemotor.	Werking en aanlopen <ul style="list-style-type: none">• Met capacitieve aanloopfase• Met inductieve aanloopfase• Met aanlooprelais• Met bedrijfs- en aanloopcondensator
3 Verklaaren hoe de draaizin van de motor veranderd kan worden.	Omkeren van de draaizin

5.8.2 De spleetmotor (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De onderdelen van de motor aanduiden en benoemen.	Opbouw
2 Aan de hand van een schets het ontstaan van een draaiveld en de werking van een spleetmotor toelichten.	Werking

5.8.3 De driefasige asynchrone motor gebruikt op een éénfasig net (steinzmetzschakeling) (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 Werking toelichten.	Werking
2 Een driefasige inductiemotor aansluiten op een éénfasig net en de gepaste condensator bepalen die hiervoor nodig is.	Aansluiting en keuze van de condensator

DIDACTISCHE WENKEN

Formule om de condensator te berekenen of de tabel ter beschikking stellen.

5.9 De synchrone motor

5.9.1 Samenstelling en principe

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Het werkingsprincipe toelichten.
- 2 De samenstelling van de synchrone motor met bewikkelde rotor en met permanente magneten beschrijven.
- 3 De grootte van de synchrone rotatiefrequentie formuleren.

LEERINHOUDEN

- Werkingsprincipe
- Samenstelling van de synchrone motor met bewikkelde rotor en met permanente magneet
- Synchrone rotatiefrequentie formuleren

5.9.2 De driefasige synchrone motor

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De constructie omschrijven.
- 2 De eigenschappen van een driefase asynchrone motor opsommen.
- 3 Toepassingen opsommen.

LEERINHOUDEN

- Constructie
- Eigenschappen
- Toepassingen

5.9.3 Éénfasige synchrone motor (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De samenstelling beschrijven.
- 2 Het werkingsprincipe toelichten.

LEERINHOUDEN

- Samenstelling
- Werking

5.9.4 Synchrone motoren die aanlopen als inductiemotoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Algemene samenstelling omschrijven.
- 2 De samenstelling en het aanlopen van de reluctantiemotor toelichten.

LEERINHOUDEN

- Algemene samenstelling
- De reluctantiemotor

5.10 De wisselstroomgenerator

5.10.1 Eénfase generatoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De opbouw van een synchrone generator beschrijven.	Samenstelling
2 Het werkingsprincipe van een wisselstroomgenerator uitleggen en het doel van de magneetwikkeling en van de ankerwikkeling omschrijven.	Principewerking
3 Het verband verklaren tussen elektrische graden, poolparen en frequentie van de opgewekte emk.	Elektrische graden, polenpaar, frequentie
4 Het onderscheid tussen binnen- en buitenpoolmachines en tussen turbo- en vliegwielfgeneratoren uitleggen.	Indeling alternatoren (binnen- en buitenpool, turbo- en vliegwielfgenerator)
5 Van een gegeven vooraanzicht van een generator de opengeslagen ankerwikkeling schetsen. (U)	Ankerwikkeling (U)
6 Het fenomeen ankerreactie toelichten. (U)	Ankerreactie (U)
7 De grootte van de opgewekte emk in een formule uitdrukken en hieruit afleiden hoe de spanningsregeling kan gebeuren.	Spanning en spanningsregeling
8 Het verloop van de uitwendige karakteristiek en de regelkarakteristiek schetsen voor een ohmse en een inductieve belasting. (U)	Karakteristieken (U)
9 De voorwaarden, om twee éénfasige generatoren parallel te schakelen, opsommen. (U)	Parallelschakelen (U)
10 Verklaar hoe men die voorwaarden controleert. (U)	Controleschema's (U)

5.10.2 Driefasegeneratoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De opbouw beschrijven.	Opbouw
2 Het opwekken van de driefasespanning toelichten.	Werking
3 Vertrekkende van een vooraanzicht van een tweepolige driefasegenerator de opengeslagen statorwikkelingen schetsen. (U)	De driefasige ankerwikkeling (U)
4 De voorwaarden om twee driefasegeneratoren parallel te schakelen, opsommen.	Parallelschakelen
5 Verklaar hoe men die voorwaarden controleert. (U)	Controleschema's (U)

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Aan de hand van een gegeven principeschema, de spanningsregeling kunnen uitleggen, zowel met roterende als met statische bekrachtiging. (U) | Regelen van de opgewekte spanning met roterende opwekking (U) |
| 7 | De functie van de verschillende blokken van een automatische elektronische spanningsregeling toelichten. (U) | Regelen van de opgewekte spanning met automatische elektronische spanningsregeling (U) |
| 8 | De vermogenverliezen van een driefasegenerator opsommen en hiermee rekening houdend, het rendement bepalen. | Vermogen en rendement |

5.10.3 Borstelloze generator met automatische spanningsregeling

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|----------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | In een tekening de opbouw voorstellen. | Opbouw |
| 2 | Het op spanning komen van de generator toelichten. | Op spanning komen |

5.11 Voedingen met halfgeleiderschakelcomponenten

5.11.1 Halfgeleiderschakelcomponenten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Het doel, de geleidingsvoorwaarden en de doofvoorwaarden weergeven van de halfgeleidercomponenten die voorkomen in een vermogenschakeling. | Vierlagendiode, diac, transistor, thyristor, fotothyristor, triac, GTO, IGBT, mosfet, SSR |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

DIDACTISCHE WENK

Uit het doel van de componenten moet blijken wat ze zullen schakelen.

5.11.2 Dimming en snelheidsregeling

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1 | Aan de hand van een schema de dimming of vermogenregeling met een triac uitleggen. | Dimming van lampen en snelheidsregeling van universele motoren |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

5.11.3 *Eénfasig gestuurde brug*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De uitgangsspanning van een ohms belaste éénfasige enkelzijdig gestuurde gelijkrichter (E-mutator) tekenen, het verloop verklaren en het verband leggen tussen de stuurhoek en de uitgangsspanning.
- 2 De uitgangsspanning en –stroom van een ohms-inductief belaste éénfasige enkelzijdig gestuurde gelijkrichter tekenen en het verloop verklaren.
- 3 De uitgangsspanning van een ohms belaste éénfasige dubbelzijdig gestuurde gelijkrichterbrug (B-mutator) tekenen, het verloop verklaren, het verband leggen tussen de stuurhoek en de uitgangsspanning en de schakelvolgorde van de schakel-elementen in een tabelvorm weergeven.
- 4 De uitgangsspanning en –stroom van een ohms-inductief belaste B-mutator tekenen en het verloop verklaren.
- 5 De stuurhoek, de vorm en de grootte van de uitgangsspanning van een volgestuurde brugschakeling (B-mutator) bepalen (oscilloscoop en V-meters).

LEERINHOUDEN

- Eénfasige enkelzijdig gestuurde gelijkrichter met ohmse belasting
- Eénfasige enkelzijdig gestuurde gelijkrichter met ohms-inductieve belasting
- Eénfasige dubbelzijdig gestuurde gelijkrichterbrug met ohmse belasting
- Eénfasige dubbelzijdig gestuurde gelijkrichterbrug met ohms-inductieve belasting
- Metingen op een éénfasige mutator

5.11.4 *Volgestuurde driefasenbrug*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Uitgangsspanning tekenen en afleiden uit de sinusvormige ingangsspanning en de schakelvolgorde van de schakelementen in een tabelvorm weergeven.

LEERINHOUDEN

- Verband tussen ontsteekhoek en uitgangsspanning

5.11.5 *DC/DC-omvormer*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Elektrisch schema van een chopper tekenen en de werking van een chopperschakeling verduidelijken.
- 2 Weerstandsremming bij frequentieomvormer toelichten.

LEERINHOUDEN

- Opbouw en werkingsprincipe van een chopper of hakker.
- Weerstandsremming bij frequentieomvormer

5.11.6 DC/AC-omvormer (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Het elektrisch schema van een éénfasige spanningsbroninverter schetsen.
- 2 De werking van een éénfasige spanningsbroninverter uitleggen.
- 3 Het elektrisch schema van een driefasige spanningsbroninverter schetsen.

LEERINHOUDEN

- Opbouw en éénfasige spanningsbroninverter
- Werking van een eenfasige spanningsbroninverter
- Driefasige spanningsbroninverter

5.12 Specifieke motoren

5.12.1 Universele motor

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De benaming “universele motor” toelichten.
- 2 Het stroombaanschema schetsen.
- 3 De opbouw, samenstelling en werking van de universele motor beschrijven.
- 4 De eigenschappen van de universele motor toelichten.
- 5 Het ontstaren van een universele motor bespreken.

LEERINHOUDEN

- Begrip “universele motor”
- Elektrisch schema
- Opbouw, samenstelling en de werking
- Eigenschappen
- Ontstaren van een universele motor

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de verklaring van herkomst van het begrip “universeel” wordt de opbouw en de werking van de DC-seriemotor eerst aangehaald. Pas dan kan de voeding gewijzigd worden van DC naar AC. Het is aangeraden dit met een demo proefopstelling te ondersteunen.

5.12.2 Stappenmotoren (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Aan de hand van een schets de werking van een unipolaire PM-stappenmotor uitleggen.
- 2 Aan de hand van een schets de werking van een bipolaire PM-stappenmotor uitleggen.
- 3 Het verschil in aansturen en in eigenschappen bespreken tussen fullstep en in halfstepbedrijf.

LEERINHOUDEN

- De unipolaire PM-stappenmotor
- De bipolaire PM-stappenmotor
- Fullstep en halfstepbedrijf

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 4 | Aan de hand van de schets de werking van de enkelvoudige VR-stappenmotor uitleggen. | De enkelvoudige VR-stappenmotor |
| 5 | Aan de hand van de schets de werking van de meervoudige VR-stappenmotor uitleggen. | De meervoudige VR-stappenmotor |
| 6 | Aan de hand van de schets de werking van de hybride stappenmotor uitleggen. | Hybride stappenmotor |
| 7 | Trigger- en uitgangssignaal bij een stappenmotorsturing visualiseren. | Trigger- en uitgangssignaal |
| 8 | De rotatiefrequentie berekenen. | Rotatiefrequentie |

5.12.3 Servomotoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Doel van een servosysteem omschrijven. | Doel van servomotoren |
| 2 | Samenstelling van een servomotorsysteem in een stroombaanschema verduidelijken. | Servomotorsysteem |
| 3 | De eigenschappen van een servomotor opsommen en verklaren welke motorprincipes in aanmerking komen voor het gebruik in een servosysteem. | Eigenschappen van servomotoren en gebruikte servosystemen |

5.12.4 Schijfmotor (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | De samenstelling en de werking van een schijfmotor verduidelijken. | Samenstelling en werking |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|

5.12.5 Lineaire motor (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | De samenstelling en de werking van een lineaire motor verduidelijken. | Samenstelling en werking |
|---|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|

5.12.6 De gelijkstroommotor met een vermogensturing aangedreven

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Het werkingsprincipe van de gelijkstroommotor uitleggen. | Werkingsprincipe |
| 2 | De samenstelling van de onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommotor en de samenstelling van de gelijkstroommotor met permanente magneetbekrachtiging toelichten. | De samenstelling |
| 3 | De noodzaak van de commutator toelichten. | De commutator |
| 4 | Uit de formule van de rotatiefrequentie afleiden hoe de rotatiefrequentie kan geregeld worden. | Rotatiefrequentie |
| 5 | Met een eenvoudig schema de samenstelling van een vermogensturing met DC-motor verduidelijken. | DC-motor met een vermogensturing |

DIDACTISCHE WENKEN

Vermits de gelijkstroommotor vrijwel nog uitsluitend voorkomt in combinatie met een vermogensturing, mag men zeker niet te diep op deze leerstof ingaan. Uit het schema moet blijken dat zowel voor de ankerspanning als voor de bekrachtigingspanning een halfgeleiderschakeling aanwezig is.

5.12.7 Borstelloze gelijkstroommotor (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | De samenstelling van een borstelloze gelijkstroommotor toelichten. | Aansturen van de schakelementen |
| 2 | In een elektrisch schema het aansturen van de schakelementen toelichten en het werkingsprincipe uitleggen. | Samenstelling en werking |

6 Installatiemethoden: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken

Doelstellingen met de vermelding **(U)** kunnen bij uitbreiding worden nagestreefd. Alle andere doelstellingen moeten worden bereikt.

De cursief gedrukte doelstellingen houden verband met het lezen, aanvullen of tekenen van schema's. Sommige van deze schema's worden geheel of gedeeltelijk uitgevoerd in het vak "Realisaties elektriciteit".

6.1 Residentiële en industriële verlichting

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De grootheden en eenheden in verband met verlichting herkennen, benoemen en toelichten.	Verlichting: grootheden, eenheden
2 Bij lichtberekeningen het lastenboek lezen en interpreteren.	Lastenboek
3 De vereiste verlichting van een beperkte ruimte bepalen aan de hand van een elementaire berekeningsmethode.	Elementaire lichtberekening
4 De bedrading en de beveiliging voor de berekende verlichting kiezen.	Bedrading, beveiliging
5 <i>Een plaatsingsplan en uitvoeringsschema voor de berekende verlichting tekenen.</i>	<i>Plaatsingsplan, schema</i>
6 Een verlichtingsdossier samenstellen. (U)	Verlichtingsdossier (U)
7 TL- en halogeenverlichting: TSO studierichting tweede graad "Elektrotechnieken"	TL- en halogeenverlichting
8 Het principe en de voordelen van LED-verlichting verklaren en een toepassing beschrijven	LED-verlichting
9 De stroomdoorgang door gassen toelichten. Het principe van de gasontladingslampen verklaren en hun kenmerken, ontsteking en gebruik toelichten	Stroomdoorgang door gassen Kwikdamplamp, natriumdamplamp, metaalhalogeenlamp
10 <i>Het aansluiten en plaatsen van gasontladingslampen via schema's toelichten.</i>	<i>Schema's</i>
11 Het principe, de ontsteking en het gebruik van buislampen voor hoogspanning (neonverlichting) verklaren en de kenmerken toelichten. (U)	Neonverlichting (U)
12 De isolatie- en veiligheidsaspecten bij neonverlichting toelichten. (U)	Isolatie, veiligheid (U)
13 <i>Het aansluiten en plaatsen van de neonverlichting via schema's toelichten. (U)</i>	<i>Schema's (U)</i>

- | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | De uitvoeringsvormen van industriële verlichting kiezen in functie van de gevarenczones en de plaatsingstechnieken toelichten. | Industriële verlichting: gevarenczones, uitvoeringsvormen, ex armaturen, buitenarmaturen, plaatsingstechnieken |
| 15 | Een noodverlichting kiezen en de elementaire werking verklaren.
De plaatsingstechniek en de pictogrammen voor de noodverlichting kiezen. | Noodverlichting: keuze, werking, plaatsingstechniek, pictogrammen |
| 16 | <i>Het aansluitschema van een noodverlichting lezen en toelichten.</i> | Schema |

DIDACTISCHE WENKEN

- 3 De lichtberekening kan gerealiseerd worden via een softwarepakket van een verlichtingsfabrikant.

6.2 Comfortschakelingen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | <i>De bijsluiter van een parlofoon- en videofooninstallatie lezen en het stroomkring-, leiding- en bedradingschema afleiden of vervolledigen, rekening houdend met de geldende normen.</i> | <i>Parlofoon- en videofooninstallatie van een utilitair gebouw</i> |
| 2 | <i>De bijsluiter lezen en het stroomkring-, leiding- en bedradingschema van een camerabewaking afleiden of vervolledigen, rekening houdend met de geldige normen. (U)</i> | <i>Camerabewaking (U)</i> |
| 3 | De kabels voor communicatie- en bewakingssystemen kiezen. | Specifieke kabels |

DIDACTISCHE WENKEN

Stem de schema's af op het vak "Realisaties elektriciteit".

- 3 Svt, vvt, UTP, STP en coax; Maak RJ 45-aansluitingen (perstechnieken).

6.3 Domotica

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | <i>Het schema van een 'klassieke' installatie omvormen naar een domotica-uitvoering en de betreffende schema's aanpassen.</i> | <i>'Stand-alone' oplossing, bussysteem</i> |
| 2 | De noodzakelijke componenten voor de domotica-installatie kiezen. | Componentenkeuze, materiaallijst |

- 3 *Aan de hand van een situatieschema een nieuwe Bussysteem (U) installatie ontwerpen en de betreffende schema's tekenen. (U)*

DIDACTISCHE WENKEN

In de tweede graad is een begin gemaakt met eenvoudige domotica ('stand alone oplossing'). Een korte herhaling kan noodzakelijk zijn vanwege de vrij recente ontwikkelingen en de mogelijke minder logische instroom van leerlingen.

Mogelijke modules: verlichting, afstandsdimmers, schemerschakeling, rolluikbediening, automatische zonnewering, schakelklokken, signalisatie, hek of poort, vaste en mobiele zenders en ontvangers, ...

Het is niet noodzakelijk de interne werking van de modules te behandelen.

Kies een gangbaar en betaalbaar systeem.

De cursief gedrukte doelstellingen houden verband met het lezen, aanvullen of tekenen van schema's. Sommige van deze schema's worden geheel of gedeeltelijk uitgevoerd in het vak "Realisaties elektriciteit".

6.4 Elektrische verwarming

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | De begrippen in verband met warmteoverdracht toelichten. | Materie, temperatuur, eenheden, warmteoverdracht |
| 2 | Het verschil tussen straling, stroming en geleiding verklaren. | Straling, stroming (convectie), geleiding (conductie) |
| 3 | De verschillende mogelijkheden om elektrisch te verwarmen opsommen en de functie van de diverse componenten van de elektrische verwarmingsinstallatie toelichten. | Verwarmingssystemen, thermostaat, pomp |
| 4 | De invloed van bouwstijl en de plaats van de verwarmingstoestellen op de kostprijs verklaren. | Vermogen, belastingsdiagram, kostprijs |
| 5 | De juiste verwarmingstoestellen kiezen. | Keuze van toestellen |
| 6 | De constructie en de plaatsingstechnieken van de apparaten voor elektrische verwarming toelichten. | Constructie, plaatsingstechnieken |
| 7 | De plaatsingstechnieken voor een aantal systemen voor warmwaterbereiding toelichten. | Warmwaterbereiding |
| 8 | De aansluitgegevens van een constructeur lezen en interpreteren. | Aansluitingen |
| 9 | De aansluitsectie bepalen in functie van het vermogen. | Vermogen, aansluitsectie |
| 10 | De correcte beveiligingen kiezen aan de hand van de specificaties. | Beveiligingen |

- 11 *De schema's van een elektrische verwarmingsinstallatie tekenen of aanvullen en interpreteren.* Schema's
- 12 De werking van een klimaatregeling verklaren. (U) Klimaatregeling (U)

DIDACTISCHE WENKEN

De opsomming van systemen beperken: straling-, plafond- of vloerverwarming, statische- en dynamische of gemengde accumulatie.

De inwendige opbouw verklaren aan de hand van doorsnedetekeningen.

Rekening houden met het AREI art. 65 en 66-86-217-243.

6.5 Opwekken, transporteren en verdelen van elektrische energie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | <i>Diverse types elektriciteitscentrales aan de hand van een blokschema herkennen en hun verschillen in rendement verklaren.</i> | <i>Electriciteitscentrales</i> |
| 2 | De kenmerken en toepasbaarheid van alternatieve productiemethoden voor elektrische energie toelichten. | Alternatieve productiemethoden |
| 3 | Verklaren waarom het transport van elektrische stroom op een hoge spanning gebeurt. | Hoge spanning |
| 4 | Luchtleidingen voor hoog- en laagspanningstransport herkennen. | Luchtleidingen |
| 5 | Het verband tussen de isolatieschijven en de spanning toelichten. (U) | Isolatie (U) |
| 6 | <i>Aan de hand van een schema de functie van de onderdelen van een hoogspanningspost toelichten.</i> | <i>Hoogspanningspost</i> |
| 7 | Een hoogspanningstransformator herkennen, de plaatsingswijze motiveren en de aansluitingen aan hoog- en laagspanningszijde toelichten. | HS-transformator |
| 8 | De gegevens op de kenplaat van een hoogspanningstransformator interpreteren. | Kenplaatgegevens |
| 9 | De beveiligingselementen van een hoogspanningstransformator herkennen, hun functie toelichten en hun werking verklaren. | Beveiligingselementen |
| 10 | De noodzaak van de koeling bij een hoogspanningstransformator verklaren. | Koeling |

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | Het doel van hoogspanningscellen, de stroomdoorgang in hun onderling verband toelichten en de celopschriften van een hoogspanningscel interpreteren. | Hoogspanningscellen |
| 12 | Het principe van een meetcel toelichten. (U) | Meetcel (U) |
| 13 | De procedures voor het deskundig uit- en inschakelen van het laag- en hoogspanningsgedeelte van een hoogspanningspost herkennen. | Uit- en inschakelprocedures |
| 14 | De specifieke toegankelijkheids- en veiligheidseisen voor het werken in een hoogspanningsomgeving en de persoonlijke beschermingsmaatregelen in verband daarmee opsommen. | Specifieke veiligheidsmaatregelen (BA-regeling, spanningloos werken, isolatiegereedschap, pictogrammen) |
| 15 | <i>De structuur en de voor- en nadelen van de verschillende netten, voorzien van hun specifieke beveiligingen, toelichten aan de hand van het schema.</i> | <i>Netstructuren: IT, TT en TN</i> |
| 16 | Aan de hand van het schema een elementaire veiligheidsberekening uitvoeren voor een bepaald net. (U) | Veiligheidsberekening (U) |
| 17 | Het doel van een noodvoeding toelichten. (U) | Noodvoedingen, no-breaksystemen (U) |
| 18 | Het schakelen van een no-break systeem toelichten en het verschil tussen statische en rotatieve systemen verklaren. (U) | |
| 19 | Het verschil tussen actief-, reactief- en schijnbaar vermogen verklaren. | Actief, reactief en schijnbaar vermogen |
| 20 | Het principe van een energiemeting toelichten. | Energiemeting |
| 21 | De wijze waarop men energie meet bij grote verbruikers – zoals in utilitaire gebouwen en bedrijfsgebouwen - via een schema toelichten. (U) | |
| 22 | De nadelige effecten van de afnamepieken verklaren. | Afnamepieken, de arbeidsfactor |
| 23 | De eisen van de leverancier in verband met de arbeidsfactor en de gevolgen bij het niet naleven herkennen. | Sancties |
| 24 | Een aantal oplossingen om de arbeidsfactor te verbeteren toelichten en de vaste condensatoren voor verbetering van de arbeidsfactor bepalen. | Verbeteren van de arbeidsfactor |
| 25 | <i>Een installatie voor verbetering van de arbeidsfactor met de specifieke beveiligings- en bedieningsapparatuur in het schema van een industriële installatie verwerken.</i> | <i>Schema</i> |

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26 | <i>Aan de hand van schema's de verticale, horizontale, lus- en sterverdeling van elektrische energie met bijbehorende schakel- en beveiligingsapparatuur herkennen.</i> | <i>Verdeling van elektrische energie in een woonwijk en een utilitair gebouw (hiërarchie, selectiviteit)</i> |
| 27 | De voornaamste laagspanningsgrondkabels herkennen. | Laagspanningsgrondkabels |
| 28 | De eisen gesteld aan grondkabelinstallaties toelichten. | Eisen (AREI Art. 142, 143, 152, 193, 194) |
| 29 | De gereedschappen voor het leggen van grondkabels herkennen en hun functie verklaren. | Gereedschappen |
| 30 | De correcte procedure voor het leggen van grondkabels toelichten. | Procedure |
| 31 | De werkgang voor het maken van een verbinding of aftakking van een grondkabel toelichten. | Verbindingen, aftakkingen |
| 32 | De constructieve kenmerken van industriële kabels herkennen. | Kenmerken van industriële kabels |
| 33 | De invloedsfactoren op de sectie en de isolatie van kabels voor een bepaalde toepassing toelichten en de betreffende informatie uit tabellen hanteren bij de kabelkeuze. | Verband (nominale) stroom en sectie
Verband spanning en isolatie
Invloed van de kabellengte op de sectie
Invloed van temperatuur op de sectie
Invloed van de naburige kabels op de sectie |
| 34 | De invloedsfactoren op de keuze van het type buitenmantel van een industriële kabel herkennen en de betreffende informatie uit tabellen hanteren bij de kabelkeuze. | Invloed van de plaatsingswijze op de sectie
Invloed van de omgevingstemperatuur
Invloed van de aanwezigheid van water
Invloed van de aanwezigheid van corrosieve stoffen
Invloed van de mechanische belasting
Invloed van trillingen
Invloed van in de buurt opgeslagen goederen
Invloed van de ontruimingsmogelijkheden |
| 35 | <i>Uit tabellen de gepaste kabels kiezen in functie van de toepassing en deze keuze in het betreffende schema verwerken, rekening houdend met de geldende normen.</i> | <i>Schema's, kabelkeuze</i> |
| 36 | Via tabellen of door berekening het te verwachten kortsluitvermogen bepalen in een 'stroomafwaarts' verdeelbord ten opzichte van een middenspanningstransformator. (U) | Kortsluitvermogen (U) |
| 37 | De kortsluitdemping voor de blusinrichtingen van een vermogenschakelaar toelichten (U) | Kortsluitdemping (U) |
| 38 | Het begrip 'filiatie' toelichten en aan de hand van tabellen toepassen. (U) | Filiatie (U) |
| 39 | De specifieke gereedschappen en hulpmiddelen voor het plaatsen van kabels herkennen en hun functie toelichten. | Gereedschappen en hulpmiddelen |

40	Het verschil tussen kabelgoten en –ladders toelichten.	Geleidersystemen
41	<i>Een isometrische tekening van een kabelgoot of -ladder analyseren.</i>	<i>Isometrische voorstelling, kabeltabel, kabelomschrijving</i>
42	De diverse hulpstukken herkennen en het aantal horizontale steunen bepalen aan de hand van tabellen of een grafische voorstelling.	Hulpstukken, kabelgootsteunen
43	Het belang en de realisatie van een equipotentiaalverbinding toelichten.	Equipotentiaalverbinding
44	De opbouw van een voedingsrail toelichten en de inwendige sectie bepalen aan de hand van een tabel of grafiek.	Voedingsrails
45	De plaatsingstechniek voor voedingsrails toelichten en de diverse hulpstukken herkennen.	Plaatsingstechniek, hulpstukken
46	De opbouw van een industriële plint toelichten en de nuttige doorgang bepalen aan de hand van een tabel of een grafische voorstelling.	Industriële plinten
47	De plaatsingstechniek voor plinten toelichten en de diverse hulpstukken herkennen.	Plaatsingstechniek, hulpstukken

DIDACTISCHE WENKEN

- 1 Aan de hand van documentatie (foto's, posters, cd-rom's, videofilm, ...) van de elektriciteitsproducent, het type en het rendement van de Belgische centrales vergelijken. STEG-centrale en warmtekrachtkoppeling vermelden.
- 2 Informatie over windmolens en windmolenparken zoeken, bijvoorbeeld via Internet. Informatie over zonne-energie en warmtepomp verzamelen.
- 3 Het elektrische energietransport vanaf de centrale tot aan de school reconstrueren via landkaarten, stafkaarten en schema's
- 4 Luchtleidingen op een stafkaart herkennen (vakoverschrijdende mogelijkheden: project met het vak 'Aardrijkskunde'); video van de elektriciteitsproducent in verband met de montage van masten en verbindingen.
- 6 Enkel de belangrijkste onderdelen van de HS-post.
- 13 en 14 De preventieadviseur bij de veiligheidsaspecten betrekken; het doel van de BA-regeling toelichten aan de hand van AREI Art 47, 49, 54, 55-2, 67-02, 266-03-1, 268-6. De "vitale vijf" om te schakelen omschrijven.
- 15 AREI artikels 79 tot 82, 129 tot 133 en 235.
- 16 Schema en formules ter beschikking stellen.
- 24 Compensatietechnieken (aantal mogelijkheden beperken).
- 26 Vermelden dat verschillende systemen samen kunnen voorkomen; het beeld van een 'stamboom' gebruiken.
- 27 en 32 Kabels en verbindingen als didactisch materiaal gebruiken, foto's volstaan niet; beperken tot enkele types gebruikt door de elektriciteitsverdeler.

- 31 Eventueel een videofilm gebruiken; de betreffende AREI artikels: 210 tot 213.
- 34 Eventueel vooraf de begrippen vermogen en rendement en de wet van Pouillet herhalen
- 34, 35 en 36 Integreer de kabelkeuze met het lezen en tekenen van schema's uit de verschillende leerplanonderdelen, wat meteen een beperking van het aantal kabeltypes betekent; gebruik catalogi, cd-rom's, Internet; leg hier zeker het verband met het vak "Realisaties elektriciteit".
- 40 tot 47 Catalogi, cd-rom's, Internet gebruiken om informatie te zoeken; leg ook hier het verband met het vak "Realisaties elektriciteit".

6.6 Componenten voor industriële installaties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | <i>De volgende componenten voor industriële installaties herkennen en toepassen in een aantal elektrische schema's en daarbij de genormeerde symbolen en coderingen gebruiken.</i> | <i>Schema's van industriële installaties</i> |
| 2 | <i>Technische informatie (eigenschappen, karakteristieken, aansluitgegevens) over de volgende componenten voor industriële installaties zoeken via catalogi, cd-rom's en Internet en een correcte keuze maken, met aandacht voor kwaliteit en kostprijs.</i> | <i>Technische informatie</i> |
| 3 | Aan de hand van de kleur de spanning van industriële stopcontacten herkennen en een verantwoorde keuze maken. | Spanning |
| 4 | Aan de hand van de stroom een verantwoorde keuze maken uit de beschikbare types van industriële stopcontacten. | Stroom |
| 5 | De verschillende bouwvormen en plaatsingswijzen van industriële stopcontacten toelichten. | Bouwvormen, plaatsingstechnieken |
| 6 | De noodzakelijke hulpstukken voor industriële stopcontacten voor een specifieke toepassingen bepalen. | Hulpstukken, montage- en plaatsingstechnieken |
| 7 | De vereiste aansluitkabel bij een industrieel stopcontact voor een specifieke toepassing kiezen. | Aansluitkabel, type en sectie |
| 8 | De industriële schakelaars indelen volgens hun constructieve en elektrische kenmerken en hun toepassingsgebied. | Indeling van industriële schakelaars |
| 9 | Scheidings-, last- en vermogenschakelaars in schema's herkennen. | Scheidings-, last- en vermogenschakelaars |
| 10 | Vonkblusinrichtingen bij industriële schakelaars herkennen en hun werking verklaren. | Vonkblusinrichtingen |
| 11 | De verschillende contactvlakmaterialen herkennen en hun uitwisselbaarheid toelichten. (U) | Contactvlakmaterialen (U) |

12	Diverse types van drukknoppen en signaallampen herkennen aan de hand van hun vorm en toepassingsgebied.	Drukknoppen en signaallampen
13	Een drukknop kiezen voor een specifieke toepassing.	
14	Diverse speciale schakelaars herkennen aan de hand van hun vorm en toepassingsgebied. (U)	Standenschakelaar, microschakelaar, vlotterschakelaar, drukschakelaar, tijdschakelaar (U)
15	Noodstop-schakelaars kiezen rekening houdend met de geldende normen.	Noodstop-schakelaars
16	Diverse types van industriële eindloopschakelaars herkennen aan de hand van hun vorm en toepassingsgebied.	Eindloopschakelaars (NO, NC)
17	Een eindloopschakelaar kiezen en de inbouwmaten bepalen voor een specifieke toepassing, rekening houdend met de omgevingseisen.	
18	De onderdelen van een contactor herkennen en de werking verklaren.	Contactor (magneetvermogensschakelaar)
19	Het verschil tussen de opkomspanning en de houdspanning van een contactor verklaren en de bedieningsspoelen kiezen in functie van de stuurspanning.	Contactorspoelen
20	Het onderscheid tussen een vermogen- en een stuurcontactor verklaren.	Vermogen- en stuurcontactoren
21	De mechanische- en de elektrische levensduur van een contactor omschrijven en het verband met de te schakelen stroom bepalen via een grafiek.	Levensduur van contactoren
22	De schakelklassen van contactoren toelichten en het schakellichaam kiezen in functie van spanning, stroom, klasse en schakelfunctie.	Schakelklassen van contactoren
23	De functie van een bluselement toelichten en het gepaste element kiezen voor een specifieke toepassing.	Bluselementen voor contactoren
24	De inbouwmaten van een gekozen contactor en de geschikte montagewijze bepalen.	Inbouw van contactoren
25	Toelichten hoe een nokkenschakelaar is opgebouwd.	Opbouw van nokkenschakelaars
26	De levensduur van een nokkenschakelaar omschrijven en het verband met de te schakelen stroom bepalen via een grafiek.	Levensduur van nokkenschakelaars
27	Schakeltabellen van nokkenschakelaars interpreteren.	Schakeltabellen van nokkenschakelaar

28	Een nokkenschakelaar voor een specifieke toepassing kiezen.	Keuze van een nokkenschakelaar
29	Het gepaste front bij een nokkenschakelaar kiezen voor een bepaalde toepassing.	Front van een nokkenschakelaar
30	De functie van benaderingssensoren toelichten en hun toepassingsgebied omschrijven. Andere dan benaderingssensoren: vak "Automatisering"	Benaderingssensoren
31	Het nut van de galvanische scheiding bij benaderingssensoren verklaren.	Galvanische scheiding
32	Het basisprincipe, de opbouw en de verschillende aansluitsystemen van benaderingssensoren verklaren.	Optische Capacitief Inductief Ultrasoon (U)
33	Een benaderingssensor kiezen in functie van de toepassing.	Keuze
34	De specifieke schakelaars, de bijbehorende montage- en plaatsingstechnieken en de gereedschappen voor gebruik in gevarenczones (explosiegevaar) herkennen.	Ex schakelaars
35	Het onderscheid tussen de beveiliging van een installatie en de beveiliging van personen toelichten.	Installatie- en personenbeveiliging
36	Het verschil tussen residentiële en industriële beveiligingen toelichten.	Residentiële en industriële beveiliging
37	Industriële schroef-, pen-, patroon- en meszekeringen herkennen.	Industriële zekeringen
38	De uitschakelkarakteristieken van industriële zekeringen verklaren.	Uitschakelkarakteristieken
39	De eigenschappen en toepassingsgebieden van snelle en trage zekeringen toelichten.	Snelle en trage zekeringen
40	Smeltzekeringen en hun houders kiezen in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing.	Smeltzekeringen en zekeringhouders kiezen
41	De onderlinge selectiviteit bij zekeringen bepalen en toepassen.	Onderlinge selectiviteit
42	De principiële werking van een thermische beveiliging verklaren.	Principe van een thermische beveiliging
43	Thermische beveiligingen kiezen in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing.	Thermische beveiligingen kiezen
44	De principiële werking van een industriële elektromagnetische beveiligingsautomaat toelichten.	Principe van een industriële elektromagnetische beveiligingsautomaat
45	De principiële werking van een industriële elektrothermische beveiligingsautomaat toelichten.	Principe van een industriële elektrothermische beveiligingsautomaat

46	De afschakelkarakteristieken interpreteren toepassen.	BCD-afschakelkarakteristieken
47	Aandacht hebben voor de invloed van de omgevingstemperatuur bij industriële automaten.	Omgevingstemperatuur
48	Industriële automaten en hun hulpelementen kiezen in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing.	Industriële automaten en hulpelementen kiezen
49	De onderlinge selectiviteit bij industriële automaten bepalen en toepassen.	Onderlinge selectiviteit
50	De principiële werking van motorbeveiligers / (elektronische) veiligheidsrelais toelichten.	Principe van motorbeveiligers/ (elektronische) veiligheidsrelais
51	De afschakelkarakteristieken interpreteren.	Afschakelkarakteristieken
52	Het onderbrekingsvermogen toelichten.	Onderbrekingsvermogen
53	Aandacht hebben voor de invloed van de omgevingstemperatuur.	Omgevingstemperatuur
54	Hulpelementen kiezen in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing.	Hulpelementen
55	Het doel van een thermische overstroombeveiliging verklaren en het werkingsprincipe toelichten.	Thermische overstroombeveiliging
	De karakteristieken van een thermische overstroombeveiliging interpreteren.	Karakteristieken
56	Grootvermogenschakelaars en hun aanvulblokken en hulpmiddelen kiezen in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing .	Grootvermogenschakelaars, aanvulblokken en hulpelementen
57	De selectiviteit bij grootvermogenschakelaars bepalen en toepassen.	Selectiviteit
58	De principiële werking van een differentieelschakelaar en een automatische aardstroomschakelaar met differentieelinrichting toelichten.	Principe, werking
59	De types herkennen en een keuze maken in functie van specifieke eisen voor een bepaalde toepassing en rekening houdend met de industriële regelgeving.	Differentieelautomaat kiezen
60	De onderlinge selectiviteit bij differentieelautomaten verklaren en toepassen.	Selectiviteit
61	Het begrip overspanning verklaren en oorzaken van overspanning opsommen.(U)	Overspanning, blikseminslag, indirecte inslag en inductie (U)
62	De werking van een overspanningsbeveiliging toelichten en de verschillende types opsommen. (U)	Werking, types (U)
63	Het begrip nulspanning verklaren.	Nulspanning

- 64 De oorzaken van nulspanning opsommen, de gevaren herkennen en de machinerichtlijn interpreteren. Oorzaken, gevaren, machinerichtlijn

DIDACTISCHE WENKEN

Industriële componenten als didactisch materiaal gebruiken, foto's volstaan niet.

- 7 Ook industriële verlengkabels vermelden.
AREI nrs. 142-143, 152, 193-194.
- 11 Contactmaterialen zijn belastend voor het milieu zodat recyclage noodzakelijk is, zowel ecologisch als economisch.
- 18 tot 24 Eventueel het begrip zelfinductiespanning herhalen.
- 21 en 26 Een grafische voorstelling van het verband tussen schakelstroom levensduur ter beschikking stellen.
- 27 en 28 Keuze nokkenschakelaars: uit, aan-uit, omkeer, ster-driehoek, omschakelaar, lijnspanningsschakelaar, veiligheidsschakelaar ...
- 32 Eventueel het condensatorprincipe herhalen.
- 35 tot 64 Een gestructureerd overzicht van de beveiligingen ter beschikking stellen
- 50 Rekening houden met de Europese machinerichtlijn
- 57 De hulpmiddelen kiezen uit: elektronisch losserblok, motorische afstandsbediening, minimum spanningspoel, arbeidspoel, storingsmeldcontact, kabelschoenen, voor- en achteraansluiting, draaibediening, deurvergrendeling, parallelbediening, differentieelwerking met externe torus ...
- 61 en 62 Overspanningsbeveiligers: laagspanning, bliksem voor vaste en mobiele installaties.

6.7 Industriële schakel- en verdeelborden

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHouden

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | Het onderscheid tussen industriële schakel- en verdeelkasten toelichten. | Industriële schakel- en verdeelkasten |
| 2 | Het onderscheid tussen enkelvoudige en samengestelde kasten toelichten. | Enkelvoudige en samengestelde kasten |
| 3 | De opbouw van samengestelde kasten toelichten. | Kastenbouw |
| 4 | De hulpstukken en gereedschappen voor het bouwen van kasten herkennen. | Hulpstukken, gereedschappen |
| 5 | Plaatsingstechnieken voor enkelvoudige kasten en de hierbij noodzakelijke gereedschappen omschrijven. | Plaatsingstechnieken, maten, wanddoorboringen, gereedschappen |
| 6 | De labels voor een kast bepalen, rekening houdend met de betreffende AREI-veiligheidsvoorschriften. | Labels |

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 7 | <i>De componenten in een kast schikken en monteren volgens het schema van een logische kast-layout .</i> | Componenten, kast-lay-out |
| 8 | De correcte bedrading bepalen en de vereiste draadbussen en -schoenen herkennen. | Bedrading |
| 9 | Oordeelkundig de draad- en kabelnummering bepalen en op een schema aanbrengen. | Draad- en kabelnummering |

DIDACTISCHE WENKEN

AREI artikelnummers 17, 41, 134 en 135

- 3 Let bij de opbouw ook op: planhouder, deuraarding, ventilatieroosters, kastverwarming, kastverlichting, werkstopcontact en equipotentiaalverbinding.

6.8 Motoren en motorsturingen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 *Elektrische motoren en hun sturingen en beveiligingen herkennen en toepassen in een aantal elektrische schema's en daarbij de genormeerde symbolen en coderingen gebruiken.*
- 2 *Technische informatie (eigenschappen, karakteristieken, aansluitgegevens, beveiligingen) over elektrische motoren en hun sturingen zoeken via catalogi, cd-rom's en Internet en een correcte keuze maken, met aandacht voor kwaliteit en kostprijs.*
- 3 De bouw van een motor en de functie van de mechanische en elektrische onderdelen toelichten aan de hand van samenstellingstekeningen.
- 4 De relatie tussen het probleem van vocht en indringing van vreemde voorwerpen en de bouw van een motor verklaren.

LEERINHOUDEN

- Schema's met elektrische motoren en hun sturingen en beveiligingen*
- start-stop
 - ster-driehoek
 - omkeer
 - poolomschakeling
 - dahlander
 - softstarter
 - frequentieregelaar
 - koppeling met PLC
 - veiligheidsvoorzieningen (machinerichtlijn)
 - voedingskabels (tabel)
 - meerdere motoren op één voeding (U)
- Technische informatie*
- Bouw en onderdelen
- IP-graad

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 5 | Aantonen hoe de IP-graad van een motor opgedreven kan worden (U) | |
| 6 | De verschillende kenmerken die op de kenplaat van een motor voorkomen toelichten en het motortype herkennen. | Motorkenplaat |
| 7 | Een motoraansluitbord herkennen en de diverse aansluitmethoden van een aantal motortypes toelichten, rekening houdend met diverse motorsturingen (aanloopschakelingen, snelheidsregelingen, remsystemen, veiligheidsrelais...) | Motoraansluitingen |
| 8 | Verklaren hoe een motor via de aansluitplaat gecontroleerd wordt op de positie van de wikkelingen, de wikkelingweerstand, isolatie en stroom. | |
| 9 | De werkgang en de gereedschappen om motoren vlak te plaatsen en uit te lijnen in functie van een koppeling omschrijven | Plaatsen van motoren |

DIDACTISCHE WENKEN

De theoretische werking en eigenschappen van, en het meten aan motoren en hun diverse sturingen (aanloop, snelheid, remmen, veiligheid ...) worden vooral behandeld in het vak "Elektriciteit en labo". Anderzijds blijft de link naar het vak "Realisaties elektriciteit" noodzakelijk, waar de meer praktijkgerichte aspecten van motoren en hun sturingen aan bod komen.

- 2 Gebruik zeker ook de gegevens van motoren die in labo en/of werkplaats aanwezig zijn.
- 8 Gereedschappen: meetklok, lamellen, diktepasser, dikteplaten, haarliniaal, winkelhaak, schuifmaat, sleutels, riemschijftrekkers, kettingblokken, koevoeten, zachte hamers, vulblokken,...

6.9 Pneumatica

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 *De pneumatische componenten herkennen en toepassen in een aantal (elektro)pneumatische schema's en daarbij de genormeerde symbolen en coderingen gebruiken.*
- 2 *Technische informatie (eigenschappen, karakteristieken, aansluitgegevens ...) over (elektro) pneumatische componenten zoeken via catalogi, cd-rom's en Internet en een correcte keuze maken, met aandacht voor kwaliteit en kostprijs.*
- 3 Via een schema de opbouw van een persluchtstation met zijn voornaamste onderdelen en hun functie toelichten.

De voor- en nadelen van perslucht verklaren.

LEERINHouden

Schema's van (elektro)pneumatische installaties

Technische informatie

Persluchtstation

Voor- en nadelen, energiebalans, kostprijs persluchtproductie

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 4 | De begrippen druk en debiet toelichten en de eenheden omvormen aan de hand van een tabel. | Druk en debiet |
| 5 | Via een schema het doel en de opbouw van een conditioneringseenheid met zijn voornaamste onderdelen en hun functie toelichten. | Conditioneringseenheid |
| 6 | Op basis van druk, debiet en kwaliteitseisen een persluchteenheid kiezen of samenstellen. | Samenstelling |
| 7 | Via een isometrisch leidingschema met pipingsymbolen een verdeling van perslucht toelichten en het voordeel van een lusverdeling met buffervat. | Persluchtverdeling |
| 8 | De opbouw uit onderdelen en de werking van een persluchtcilinder toelichten aan de hand van een figuur. | Persluchtcilinders |
| 9 | De plaats en de richting van de dichtingen van een persluchtcilinder verklaren en het principe van buffering toelichten. | Dichtingen, buffering |
| 10 | Verklaren waarom een persluchtcilinder een uitgang- en een arbeidsonderdeel is. | Functie |
| 11 | Het krachtverschil tussen de in- en uitgaande slag van een persluchtcilinder verklaren. | Krachten |
| 12 | Aan de hand van een figuur het verschil tussen een enkel- en een dubbelwerkende cilinder toelichten. | Enkel- en dubbelwerkende cilinders |
| 13 | De geschikte zuigers voor enkel- en dubbelwerkende cilinders bepalen in functie van de gewenste kracht en persluchtdruk. | |
| 14 | Aan de hand van een figuur de werking van een draaicilinder verklaren en zijn gewenste moment kiezen in functie van de persluchtdruk. | Draaicilinder |
| 15 | Aan de hand van figuren de werking van een stangloze persluchtzuiger en een meerstandenzuiger toelichten. (U) | Stangloze en meerstandenzuiger (U) |
| 16 | Aan de hand van een figuur de onderdelen voor de revisie van een persluchtcilinder bepalen en de werkvolgorde omschrijven. (U) | Revisie (U) |
| 17 | De voordelen van een goede en de nadelen van een overdreven smering van persluchtcilinders toelichten. (U) | Smering (U) |
| 18 | De analogie tussen de functie van persluchtventielen en elektrische schakelaars omschrijven. | Persluchtventielen |
| 19 | De opbouw van een ventiel toelichten aan de hand van een figuur en daarbij aandacht geven aan de persluchtaansluitingen en ontluchtingen. | |

- | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | Het onderscheid tussen ventielen maken aan de hand van het aantal poorten. | |
| 21 | De werking van een aantal ventielen verklaren, hun functie toelichten en daarbij de vergelijking maken met hun elektrisch equivalent. | Werking en functie van persluchtventielen
smoorventiel
terugslagklep
snelheidsregelventiel |
| 22 | Het nut van de parallelschakeling van een smoorventiel en een terugslagklep verklaren. | |
| 23 | Het begrip onderdruk toelichten en de werking van een venturi en een zuignap verklaren. | Venturi, zuignap |
| 24 | In een schema de mechanische door elektrische bedieningen vervangen en de functie van een vrijloopdiode toelichten. | Mechanische en elektrische bediening |
| 25 | De positie van de bedieningsmagneet in een cilinder toelichten. | Bedieningsmagneet |
| 26 | Een LED-indicatie herkennen en plaatsen, rekening houdende met de polariteit. | LED-indicatie |
| 27 | Bij enkelzijdige ventielsturing het verschil tussen veerretour en persluchtretour toelichten. | Retour |
| 28 | De werking en functie van een eindloopschakelaar in een persluchtschakeling toelichten en de diverse uitvoeringen herkennen. | Eindloopschakelaar (NO, NC) |
| 29 | De bouw van een aantal reed contacten herkennen en de werking ervan verklaren. | Reed contact |
| 30 | Hulpschakelingen om de levensduur van reed contacten te bevorderen herkennen. | Hulpschakelingen |

DIDACTISCHE WENKEN

- 3 Compressor, drukvat, minimum- en maximumdrukschakelaar, veiligheidsklep, bypassklep voor het starten, koeling en waterafscheiding. Aandacht besteden aan het noodzakelijk vermogen om perslucht te maken.
- 4 Het verband kennen tussen Pascal, bar en PSI aanhalen kan soms nog noodzakelijk zijn
- 5 Drukregelaar, drukcontroleschakelaar, manometer, filter, droger, smeereenheid en snelontluchter.
- 7 Buffervat, elektroklep, leidingshelling, afsluiters en filters.
- 14 Indien noodzakelijk het begrip 'moment' herhalen.
- 16 en 17 Onderhoudstechnische wenken (reiniging, dichting, smering, geluidsdemping, vervangingssets)
- 20 Ventielen: 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 5/3.
- 21 Mono- en bistabiel.

24 De nadruk leggen op de meer gebruikte elektrische bedieningen. Aandacht besteden aan manuele veiligheidsbedieningen.

Het gebruik van softwarepakket voor simulatie vormt biedt een belangrijke didactische ondersteuning (Festo-FluidSIM Pneumatics Martonair- Pneusim, ...).

7 Automatisering: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken

Doelstellingen met de vermelding (**U**) kunnen bij uitbreiding worden nagestreefd. Alle andere doelstellingen moeten worden bereikt.

7.1 Digitale technieken

7.1.1 Informatieverwerking

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | Het blokschema voor informatieverwerking visualiseren. | Blokschema: opnemer – verwerking – omvorming |
| 2 | Functie van de verschillende bouwstenen omschrijven. | Input – digitale verwerking – output |

DIDACTISCHE WENKEN

De functies van het ingangsdeel – verwerkingsdeel en uitgangsdeel aan de hand van een didactisch paneel met Logo of variant verduidelijken.

7.1.2 Verschil tussen digitale en analoge informatie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1 | Het onderscheid tussen digitale en analoge informatie herkennen. | Onderscheid digitale en analoge informatie |
| 2 | De begrippen bit, byte en word omschrijven. | Bit, byte, word |
| 3 | Het verband tussen meerbitsinfo en het aantal combinaties aantonen. | Meerbitsinfo (bv. barcode) 2^n combinaties |
| 4 | De begrippen seriële transmissie en paralleltransmissie omschrijven als overdracht van digitale informatie.
De voor- en nadelen van seriële transmissie en paralleltransmissie toelichten. | Seriële transmissie – paralleltransmissie |
| 5 | Het verband tussen nauwkeurigheid en het digitaliseren van een analog signaal verklaren. | Digitaliseren van analog signaal (nauwkeurigheid) |
| 6 | Het onderscheid tussen encoder en decoder herkennen. | Encoder – decoder |

DIDACTISCHE WENKEN

- Door gebruik te maken van grafieken kan het onderscheid tussen een digitaal en analog signaal worden verduidelijkt.

- Reflectie naar labo-elektriciteit: verschil tussen digitaal en analoog meettoestel.
- Zeggen dat een waarde decimaal met cijfers van 0 t/m 9 kan worden weergegeven maar ook door binair alleen ééntjes en nulletjes te gebruiken en dit ondersteunen door een reeds uitgerekend voorbeeld.
- De voor- en nadelen van het serieel of parallel doorzenden van digitale informatie (getallen) duiden en linken aan de kenmerken van de PC-poorten.
- Grafische kan je aantonen dat een analoog signaal bv. 0-10V kan verdeeld worden in een aantal (digitale) stukjes en hoe meer stukjes hoe hoger de digitale nauwkeurigheid.

7.1.3 Getalstelsels

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 Het begrip decimaal als tiendelig talstelsel omschrijven.	Decimaal
2 Het begrip binair als tweedelig talstelsel omschrijven.	Binair
3 De belangrijke BCD-codes aan de hand van tabellen interpreteren.	BCD-code (Binary Coded Decimal)
4 Het begrip hexadecimaal als zestiendelig talstelsel omschrijven. (U)	Hexadecimaal (U)
5 Een binair getal naar een decimaal getal omzetten. Een decimaal getal naar een binair getal omzetten. Een tabel met bijbehorende omrekenmethoden tussen de verschillende talstelsels gebruiken.	Omvormen van getallen

DIDACTISCHE WENKEN

- Het omzetten van decimaal naar binair en omgekeerd door oefeningen eigen maken.
- Oefeningen maken op BCD en andere talstelsels waarbij tabellen en opgegeven omrekenmethodes moeten worden geraadpleegd om tot een oplossing te komen.

7.2 Programmeerbare sturingen

7.2.1 Fundamentele opbouw PLC

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 Verschil tussen bedrade en geprogrammeerde schakeling verduidelijken. De fundamentele opbouw van een PLC in blok-schema visualiseren. Functie van de verschillende bouwstenen verklaren. Het begrip PLC verklaren.	Bedrade schakeling versus geprogrammeerde schakeling
2 De volgorde van informatieverwerking tussen ingangs- en uitgangsregister duiden.	Ingangs- en uitgangsregister

3	Het begrip programmacyclus omschrijven.	Programmacyclus
4	Soorten schakelementen (sensoren) opsommen en ze op schema aansluiten aan een PLC. De symbolen voor de meest courante sensoren herkennen.	Schakelementen (sensoren) als input
5	Soorten actoren opsommen en ze aansluiten aan een PLC. De symbolen voor de meest courante actoren herkennen.	Actoren als output
6	Bestaande schema's met PLC lezen.	Schemalezen PLC

DIDACTISCHE WENKEN

- Aan de hand van een didactisch paneel het verschil laten zien tussen een bedrade en geprogrammeerde schakeling om bv. een looplicht te maken.
- Als ingangen van een PLC volgende schakelementen op schema aansluiten: drukknop, noodstopdrukknop, eindschakelaars, optische sensor, inductieve naderingsschakelaar, capacitieve naderingsschakelaar, ...
- Als uitgangen van een PLC volgende elementen op schema aansluiten: signaallampjes, relais, contactoren, persluchtventielen, LED, ...
- Bestaande PLC-schema's en symboollegendes ter beschikking stellen om opdrachten en vragen te kunnen oplossen aangaande de aanwezigheid of toestand van in- en uitgangen.

7.2.2 Programmeren van combinatorische problemen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

1	Vanuit een probleem de waarheidstabel en logische vergelijking afleiden.	Waarheidstabel en logische vergelijking
2	In de programmeertaal "functiebouwstenen" een EN, OF, NIET, NEN, NOF, EXOF toepassen.	Programmeertaal "functiebouwstenen"
3	In een "instructielijst" een Booleaanse vergelijking programmeren.	Programmeertaal "instructielijst"
4	Gekende motorschakelingen programmeren in "ladderdiagram".	Programmeertaal "ladderdiagram"
5	De functie "flankdetectie" als verwerking van ingangssignalen verklaren.	Flankdetectie
6	De verschillende programma-elementen van tijdfuncties verklaren. Tijdfuncties toepassen in programma's. Tijdfuncties weergeven in tijdvolgordediagram.	Tijdfuncties
7	De soorten "tellerfuncties" toepassen in een PLC-programma.	Tellerfuncties
8	Comparatorfuncties toepassen in programma's. (U)	Comparatorfuncties (U)

- 9 Remanente componenten toepassen in programma's. (U) Remanente componenten (U)

DIDACTISCHE WENKEN

In praktische oefeningen de analyse, structuur, commando's, documenten en testen aan bod laten komen.

7.2.3 Programmeren van sequentiële problemen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 | De basisprincipes en het gebruik van het functiediagram toelichten. | Principes functiediagram |
| 2 | Het functiediagram voor een sequentieel proces opstellen. | Functiediagram voor sequentieel proces |
| 3 | Het doel van de initiële fase toelichten. | De initiële fase – initialisatie |
| 4 | Overgangsvoorwaarden en onderbrekingscommando's toepassen op een probleem. | Overgangsvoorwaarden en onderbrekingscommando's |
| 5 | De begrippen "monostabiele" en "voorwaardelijke" actie toelichten. | Monostabiele en voorwaardelijke actie |
| 6 | Het onderscheid verklaren tussen monostabiele en bistabiele functies en het gebruik toelichten. | Monostabiele versus bistabiele functies |
| 7 | Een functiediagram in een PLC-programma omzetten. | Omzetten functiediagram in PLC-programma |

DIDACTISCHE WENKEN

In praktische oefeningen de analyse, structuur, commando's, documenten en testen aan bod laten komen.

7.2.4 Hoofd- en deelprogramma's

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|----------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Het doel van hoofd- en deelprogramma's toelichten. | Hoofd- en deelprogramma's |
|---|----------------------------------------------------|---------------------------|

DIDACTISCHE WENKEN

Het gebruik van hoofd- en deelprogramma's integreren in oefeningen.

7.2.5 Verwerking analoge signalen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Aan de hand van een voorbeeld het digitaliseren van analogoog signaal toelichten vanuit een grafiek.
- 2 Aan de hand van een voorbeeld de decimale waarde van een analogoog signaal interpreteren en toepassen in een PLC-programma.

LEERINHOUDEN

- Digitaliseren van analogoog signaal
- Decimale waarde van een analogoog signaal

DIDACTISCHE WENKEN

De analoge bouwstenen toepassen in praktische oefeningen.

7.2.6 Bussystemen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Het principe van een bussysteem voor PLC toelichten.
- 2 Het toekennen van een busadres aan een slave uitvoeren.
Het toegekende adres van een slave vaststellen.
- 3 De voor- en nadelen van een bussysteem opsommen.
- 4 Een eenvoudig PLC-programma via Asi-bus toepassen. (U)

LEERINHOUDEN

- Principe bussysteem
- Adressering slave
- Voor- en nadelen bussysteem
- Bussysteem integreren in PLC-programma (U)

DIDACTISCHE WENKEN

Eenvoudige Asi-bustoeepassing programmeren.

7.2.7 Aansturen display en schermvisualisatie (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Gegevens uit een PLC-programma door middel van displayvisualisatie voorstellen.
- 2 Een procesverloop grafisch op beeldscherm parametriseren en controleren.

LEERINHOUDEN

- Displayvisualisatie
- Schermmvisualisatie

DIDACTISCHE WENKEN

Aansturen display- en schermvisualisatie.

7.3 Regeltechniek

7.3.1 Begrippen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | Het begrip sturen definiëren aan de hand van voorbeelden.
Het begrip regelen definiëren aan de hand van voorbeelden.
Het verschil tussen sturen en regelen kunnen verklaren. | Regelen en sturen |
| 2 | Aan de hand van een voorbeeld een aan-uitregeling bespreken. | Aan-uitregeling |
| 3 | Aan de hand van een voorbeeld een continu regeling bespreken. | Continu regeling |

DIDACTISCHE WENKEN

Aan de hand van een simulatiepakket (bijvoorbeeld ACTA-Sim, Heron ++, ...) tonen wat het verschil is tussen de verschillende begrippen.
Het voorbeeld van de elektrische verwarming van een lokaal leent zich hier uitstekend voor.

7.3.2 Regelkringen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 | Een open regelkring door een blokschema visualiseren. | Open regelkring |
| 2 | Een gesloten regelkring door een blokschema visualiseren.
De functie van de regelaar beschrijven.
Het begrip regelen en negatieve terugkoppeling toelichten.
De gangbare symboliek van alle onderdelen kunnen hanteren om een regeltechnisch schema te interpreteren. | Gesloten regelkring |
| 3 | De voor- en nadelen van beide kringen nagaan. | Voor- en nadelen |

DIDACTISCHE WENKEN

Aan de hand van een simulatiepakket (bijvoorbeeld ACTA-Sim, Heron ++, ...) tonen wat het verschil is tussen de verschillende regelkringen en de praktische vaststellingen in een blokschema weergeven.

7.3.3 Regeltechnische termen

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 Het begrip gewenste waarde omschrijven.	Gewenste waarde
2 Het begrip werkelijke waarde omschrijven.	Werkelijke waarde
3 Aan de hand van een gegeven voorbeeld het begrip Instelwaarde(setpoint) toelichten.	Instelwaarde (setpoint)
4 Aan de hand van een gegeven voorbeeld de offset-fout berekenen en toelichten.	Offsetfout
5 Aan de hand van een gegeven voorbeeld het begrip storing toelichten.	Storing
6 In een blokschema van een regelkring het doel van het vergelijkende orgaan verklaren.	Vergelijkend orgaan
7 In een blokschema van een regelkring het doel van het corrigerende orgaan verklaren.	Corrigerend orgaan

DIDACTISCHE WENKEN

Kennis maken met de regeltechnische terminologie via een simulatiepakket (bijvoorbeeld ACTA-Sim, Heron ++, ...).

7.3.4 Omzetting van fysische grootheden naar elektrische grootheden

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 Het werkingsprincipe en toepassingsgebied van diverse temperatuursensoren verklaren. De grootheden en eenheden voor temperatuur kennen. Het afregelen (zero en span) van temperatuursensoren toelichten.	Temperatuur
2 Het werkingsprincipe en toepassingsgebied van debietsensoren verklaren. De grootheden en eenheden voor debiet kennen.	Debiet
3 Het werkingsprincipe en toepassingsgebied van niveausensoren verklaren.	Niveau
4 Het werkingsprincipe en toepassingsgebied van snelheidsmeting (hoekmeting) verklaren. (U)	Snelheidsmeting – hoekmeting (U)
5 Het werkingsprincipe en toepassingsgebied van druksensoren verklaren. De grootheden en eenheden van druk bepalen.	Druk
6 De aard van omvormers toelichten.	Omvormers
7 De genormaliseerde symbolen van de meetfunctie,	Genormaliseerde symbolen voor meet-, omzet- en

de omzetsfunctie en de aanvullende functie weergeven. aanvullende functies

DIDACTISCHE WENKEN

Enkele voorbeelden zijn terug te vinden in het simulatiepakket van ACTA-Sim.

7.3.5 Soorten processen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Aan de hand van voorbeelden de typische kenmerken van een zelfregelend proces verklaren. | Zelfregelend proces |
| 2 | Aan de hand van voorbeelden de typische kenmerken van niet-zelfregelende processen verklaren. | Niet-zelfregelend proces |
| 3 | Aan de hand van een voorbeeld het begrip dode tijd toelichten. | Begrip dode tijd |

DIDACTISCHE WENKEN

Enkele voorbeelden zijn terug te vinden in een aantal simulatiepakketten (bijvoorbeeld ACTA-Sim, Heron ++, ...)

7.3.6 Proces-respons

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Het gedrag van een nulde-orde-proces (+ dode tijd) verklaren.
Het begrip procesversterking verduidelijken aan de hand van een voorbeeld. | Nulde-orde-proces |
| 2 | Het dynamisch gedrag van een eerste-orde-proces (+ dode tijd) toelichten.
Grafisch de tijdsconstante van een eerste-orde-proces bepalen.
Het begrip stapresponsie verklaren. | Eerste-orde-proces |
| 3 | Aan de hand van een voorbeeld een tweede-orde-proces (+ dode tijd) toelichten. | Tweede-orde-proces |
| 4 | Aan de hand van een aan-uitregeling het begrip hysteresis toelichten. | Begrip hysteresis |
| 5 | Aan de hand van een voorbeeld een oscillerend systeem toelichten. (U) | Oscillerend systeem (U) |
| 6 | Het dynamisch gedrag van een nulde-orde-proces met dode tijd kunnen verduidelijken. | Nulde-orde-proces met dode tijd |

DIDACTISCHE WENKEN

Praktische voorbeelden gebruiken om de grafische voorstelling van proces-respons te ondersteunen.

7.3.7 Regelaars

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Het werkingsprincipe van de P-regelaar aan de hand van een voorbeeld toelichten.
Het verband kennen tussen de versterkingsfactor van de P-regelaar en de breedte van de proportionele band. | P-regelaar |
| 2 | Het werkingsprincipe van de I-regelaar aan de hand van een voorbeeld toelichten.
Het begrip integratietijd verklaren. | I-regelaar |
| 3 | De eigenschappen van een PI-regelaar opgeven en grafisch interpreteren. | PI-regelaar |
| 4 | Het werkingsprincipe van een D-regelaar aan de hand van een voorbeeld toelichten. (U) | D-regelaar (U) |
| 5 | De eigenschappen van een PID-regelaar grafisch interpreteren. (U) | PID-regelaar (U) |
| 6 | Via simulatie of didactische opstelling een PID-regelaar vanuit het procesgedrag afregelen. (U) | Afregelen PID-regelaar (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Door middel van simulatiesoftware (bijvoorbeeld ACTA-Sim, Heron ++, ...) de P-,I- en PI-actie toelichten.

8 Realisaties elektriciteit: leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken

Doelstellingen met de vermelding (**U**) kunnen bij uitbreiding worden nagestreefd. Alle andere doelstellingen moeten worden bereikt.

8.1 Het werk organiseren in een industriële omgeving

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Maatregelen treffen om risico's voor zichzelf en voor anderen uit te schakelen en ongevallen te voorkomen.
- 2 De richtlijnen in verband met de zorg voor het milieu naleven.
- 3 De nodige maatregelen kennen en toepassen die men in noodsituaties kan en mag nemen.
- 4 Aandacht hebben voor sociale aspecten tijdens het werk.

LEERINHOUDEN

- struikelen, vallen, uitglijden
- ergonomische werkhouding bij tillen, dragen en hijsen van lasten
- werken in besloten ruimten
- gevaarlijke producten
- brand- en ontploffingsgevaar
- tijdelijke installaties
- kortsluiting, overbelasting, elektrocutie (rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking), bliksem-inslag, isolatie, aarding
- materialen, gereedschappen, machines en hulpmiddelen (ladders, stellingen, hoogtewerker, hijs-toestellen, verlengkabels, ...)
- signalisatie, gebods- en verbodstekens
- collectieve beschermingsmiddelen
- persoonlijke beschermingsmiddelen
- werkvergunningen, VCA, BA4, BA5
- Hygiëne
- koel- en smeermiddelen
- reinigings- en poetsproducten
- behandelen, bewerken, verwerken
- opruimen en afval sorteren
- opslaan en beschermen
- verpakkingen (symbolen, instructies, gebreken)
- recycleren
- EHBO (bedrijfsapotheek)
- Hulpdiensten
- teamwerk
- communicatie
- gedrag

- | | | |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Het werk plannen. | <ul style="list-style-type: none"> • schema's en werkopgaven • materiaal en gereedschappen • eigen administratie |
| 6 | Bij nieuwe installaties de plaats van de toestellen en de leidingtracé's uitzetten aan de hand van situatieschema's en een kabelplan. | Nieuwe installaties (meten, smetkoord, waterpas, pasdarm, laser) |
| 7 | Bij renovatie de installatie demonteren. | Renovatie, voorzorgen, technieken |

DIDACTISCHE WENKEN

Deze doelstellingen dienen als een rode draad te worden meegenomen tijdens alle werkzaamheden. Ook in de vakken "Elektriciteit en lab" en "Installatiemethoden" komen ze ten gepaste tijde aan bod. Maak eventueel gebruik van videofilms over veiligheid.

In dit verband werd in paragraaf 3.3 informatie over de VCA-attestering opgenomen. Er dient ook aandacht te zijn voor de bekwaamheid van personen: BA4 (gewaarschuwd persoon), BA5 (bevoegd persoon).

Het is van groot belang een duidelijk en ondubbelzinnig geformuleerd werkplaatsreglement te hanteren.

8.2 Specifieke stagedoelstellingen

8.2.1 In verband met voorkennis en voorbereiding

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Contacten leggen en communiceren met bedrijfsleiders.
- 2 Inzicht verwerven in de structuur en de werking van een bedrijf.
- 3 Kennismaken met de bedrijfscultuur
- 4 Praktische afspraken maken met de werkgever
- 5 Samenvatten en neerschrijven van de dagtaak

LEERINHOUDEN

- contact met bedrijfsleiders
- solliciteren
- contractuele afspraken
- bedrijfsorganisatie
- leidinggevende personen
- bedrijfscultuur
- bedrijfscomplexiteit
- Werkuren
- verplaatsing
- veiligheid en kledij
- stageschrift
- stageverslag

8.2.2 *In verband met de uitvoering van het werk*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Samenwerken met onder- en bovengesochten. | Teamwerk |
| 2 In de school verworven inzichten, vaardigheden en attitudes in de praktijk toepassen. | transfer school – bedrijf |
| 3 Praktische vaardigheden verwerven die in de school niet kunnen gerealiseerd worden. | <ul style="list-style-type: none">• andere installaties• andere machines• andere materialen, componenten en gereedschappen• nieuwe technieken• arbeidsritme, rendement, efficiëntie• voorschriften naleven• weerbaarheid en flexibiliteit |
| 4 Zich leren inpassen in het methodisch en procesmatig handelen in een bedrijf. | methodisch en procesmatig handelen |

8.2.3 *In verband met evalueren, rapporteren en bijsturen*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Het onderscheid ervaren tussen opleidings sfeer en bedrijfs sfeer en zich bijsturen. | onderscheid opleiding – bedrijf |
| 2 Tijdens de stage zijn zwakke en sterke kanten ontdekken en daaruit de nood aan bijkomende opleiding voorzien. | levenslang leren |
| 3 De veiligheidsvoorschriften op de stageplaats naar waarde evalueren. | welzijn op het werk |
| 4 Een evaluatierapport maken | <ul style="list-style-type: none">• stageboekje• stageverslag |

DIDACTISCHE WENKEN

De leerlingen worden gestimuleerd om tijdens en na de stageperiode(s) zelfstandig de verworven inzichten en vaardigheden te verwerken. Zij kunnen daarbij over checklists, invulbladen, vragenlijsten, voorbeelden enz... beschikken die bij voorkeur via de pc worden ingevuld.

8.3 Residentiële en industriële verlichting plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | TL- en halogeenverlichting: TSO studierichting tweede graad "Elektrotechnieken" | TL- en halogeenverlichting |
| 2 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een industriële verlichting plaatsen en aansluiten, gebruik makend van de specifieke materialen en componenten voor deze toepassing. | Een van de volgende types: industriële lampen, kwikdamplampen, natriumdamplampen, metaalhalogeenlampen |
| 3 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een eenvoudige lichtinstallatie met LED's plaatsen en aansluiten. (U) | LED-verlichting (U) |
| 4 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een eenvoudige neonlichtinstallatie plaatsen en aansluiten. (U) | Neonverlichting (U) |
| 5 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een noodverlichting plaatsen en aansluiten, gebruik makend van de specifieke materialen en componenten voor deze toepassing. | Noodverlichting |
| 6 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een industriële verlichting voor gevarenczones plaatsen en aansluiten, gebruik makend van de specifieke materialen en componenten voor deze toepassing. (U) | Industriële verlichting in gevarenczones (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.4 Comfort- en communicatieschakelingen plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een parlofooninstallatie voor een utilitair gebouw plaatsen en aansluiten. | Parlofooninstallatie |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een videofooninstallatie voor een utilitair gebouw plaatsen en aansluiten. | Videofooninstallatie |
| 3 | Aan de hand van een uitvoeringsschema een camerabewakingssysteem plaatsen en aansluiten. (U) | Camerabewaking (U) |
| 4 | Aan de hand van een uitvoeringsschema en gebruik makend van de specifieke kabels, connectoren en componenten, een eenvoudig netwerk met gestructureerde bekabeling aanleggen | Netwerk, gestructureerde bekabeling |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

- 1, 2, 3 Up-to-date materiaal gebruiken (analoog, digitaal). Digitale uitvoeringen hebben meestal een eenvoudige tweedraadsaansluiting.
- 4 Bijvoorbeeld een eenvoudig computernetwerk voor enkele pc's.

8.5 Een domotica installatie plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 5 Aan de hand van een uitvoeringsschema en gebruik makend van de specifieke componenten, een domotica installatie afgeleid van een 'klassieke' installatie plaatsen, aansluiten en in dienst stellen.

LEERINHOUDEN

- 'stand-alone' oplossing
- modulair
- bussysteem

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

In de tweede graad is een begin gemaakt met eenvoudige domotica ('stand alone oplossing'). Een korte herhaling kan noodzakelijk zijn vanwege de vrij recente ontwikkelingen. In de derde graad kan een bussysteem aan bod komen.

Mogelijke modules: verlichting, afstandsdimmers, schemerschakeling, rolluikbediening, automatische zonnewering, schakelklokken, signalisatie, hek of poort, vaste en mobiele zenders en ontvangers, ...
Kies een gangbaar en betaalbaar systeem.

8.6 Residentiële en industriële elektrische verwarming plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Aan de hand van een uitvoeringsschema en gebruik makend van de specifieke componenten, een installatie met elektrische accumulatieverwarming met thermostaten en bijbehorend regelsysteem plaatsen, aansluiten en in dienst stellen.
- 2 Aan de hand van uitvoeringsschema's en gebruik makend van de specifieke componenten, diverse installatie's voor warmwaterbereiding aansluiten en in dienst stellen. **(U)**

LEERINHOUDEN

- Installatie met directe elektrische verwarming
- direct, leegloop, lage druk **(U)**
 - accumulatie **(U)**
 - doorstroom **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.7 Verdelen van elektrische energie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Voor een aantal netsystemen, de industriële geleidersystemen monteren, de energiekabels aanleggen en verbindingen realiseren, gebruik makend van de specifieke materialen en gereedschappen. **(U)**

LEERINHOUDEN

- Industriële kabels en geleidersystemen **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.8 Componenten voor industriële installaties plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Gebruikmakend van een aantal relevante uitvoeringsschema's, de componenten voor industriële installaties uit het vak "Installatiemethoden" plaatsen en aansluiten. Toepassen bij 8.9, en 8.10. | Industriële installaties |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.9 Een industrieel schakel- en verdeelbord plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | De gepaste industriële laagspanningsverdeelkast / schakelkast monteren en plaatsen. | Schakel/verdeelkast |
| 2 | De componenten in een industriële laagspanningsverdeelkast / schakelkast schikken en monteren. | Componenten |
| 3 | De gepaste industriële werfkast monteren en plaatsen. (U) | Werkkast (U) |
| 4 | De componenten in een industriële werfkast schikken en monteren. (U) | Componenten (U) |
| 5 | Aan de hand van schema's en lijsten en gebruik makend van het gepaste hulmateriaal een industriële laagspanningsverdeelkast / schakelkast / werfkast bedraden en de voedingskabels aansluiten. Zie 8.8.1. | Bedraden, aansluiten |
| 6 | De kabels en draden (aders) correct van labels en etiketten voorzien. | Etiketteren |
| 7 | Een batterijkast voor verschillende uurtarieven plaatsen en aansluiten. (U) | Batterijkast (U) |
| 8 | De aardingsweerstand van een industriële installatie meten en verbeteren. | Spreidingsweerstand |

- 9 De isolatieweerstand van een industriële installatie- Isolatieweerstand
controleren en maatregelen nemen wanneer het
meetresultaat niet voldoet aan de voorschriften.

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluit-technieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

Het verband leggen met het betreffende netsysteem.

2 tot 6 Zeer ordelijk tewerk gaan en verbindingsrails gebruiken (geen draadbruggen).

8.10 Motoren en motorsturingen plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1 | Motoren via hun aansluitbord en rekening houdend met de gegevens op de kenplaat, aansluiten op de voeding en verbinden met motorsturingen en beveiligingssystemen in verschillende configuraties. Zie 8.8.1. | Aansluitingen |
| 2 | De koppeling van een motorschakeling met een PLC realiseren. | Motor en PLC |
| 3 | Een softstarter en frequentieregelaar plaatsen en aansluiten volgens de gegevens van de fabrikant. | Softstarter, frequentieregelaar |
| 4 | De standaardinstellingen van een frequentieregelaar controleren en wijzigen volgens instructies. | Instellingen van een frequentieregelaar |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluit-technieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

2 Het vak "Automatisering" hierbij betrekken.

1, tot 4: (3f) asynchrone en synchrone motoren en universele motoren. De schakelingen uitvoeren in een industriële kast.

8.11 Pneumatica

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Een luchtverzorgingseenheid installeren.
- 2 Gebruikmakend van een relevant uitvoeringsschema's, een (elektro)pneumatische schakeling met cilinders, ventielen en sensoren realiseren.
- 3 Een (elektro)pneumatische schakeling uitbreiden met een tijdfunctie en een snelheidsregeling. **(U)**

LEERINHOUDEN

- Conditioneringseenheid
(Elektro)pneumatische schakeling
Tijdfunctie, snelheidsregeling **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak "Realisaties elektriciteit" staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken "Installatiemethoden" en "Realisaties elektriciteit" zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.12 Programmeerbare logische sturingen plaatsen en aansluiten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Aan de hand van schema's en lijsten een programmeerbare logische sturing plaatsen en op de in- en uitgangen signaalgevers (sensoren) en vermogenelementen aansluiten.
- 2 Aan de hand van schema's en lijsten een programmeerbare logische sturing met bussysteem plaatsen en op de in- en uitgangen signaalgevers (sensoren) en vermogenelementen aansluiten.
- 3 Een programma invoeren, starten en in bestaande programma's bepaalde parameters aanpassen.

LEERINHOUDEN

- Programmeerbare logische sturing
Programmeerbare logische sturing met bussysteem
Programma's

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema's uit het vak "Installatiemethoden". In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen.

schappen. In het vak “Realisaties elektriciteit” staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken “Installatiemethoden” en “Realisaties elektriciteit” zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

De schakelingen en programma’s uit het vak “Automatisering” hierbij betrekken.

8.13 Fouten opsporen en herstellingen uitvoeren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Aan de hand van een gedocumenteerd dossier en gebruik makend van meetapparatuur en specifieke gereedschappen zelfstandig fouten opsporen in en herstellingen uitvoeren.
- 2 Onderhouds- en renovatiewerken uitvoeren in residentiële en industriële installaties.

LEERINHOUDEN

- foutzoeken en herstellen
- residentiële installaties
- industriële installaties
- huishoudelijke toestellen
- elektrische handgereedschappen

Onderhoud en renovatie

DIDACTISCHE WENKEN

Bij het uitvoeren van de realisaties (projecten) zoveel mogelijk gebruik maken van de plaatsings- en aansluittechnieken en de schema’s uit het vak “Installatiemethoden”. In dat vak worden ook de kenmerken, eigenschappen en technische specificaties van de materialen en componenten voor de realisaties voorafgaand aan de uitvoering verzameld. Op basis van de vooropgestelde vereisten en gebruik makend van deze specificaties werden **keuzes** gemaakt in verband met materialen, componenten, plaatsingstechnieken en noodzakelijke gereedschappen. In het vak “Realisaties elektriciteit” staat vooral de uitvoering zelf centraal. Wanneer in de vakken “Installatiemethoden” en “Realisaties elektriciteit” zoveel mogelijk met dezelfde projectdossiers wordt gewerkt is de integratie van beide vakken geslaagd.

8.14 Het uitvoeren van ruwbouwwerken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Met de gepaste gereedschappen en de juiste technieken gaten maken in een stenen muur en in beton.
- 2 Met de gepaste gereedschappen en de juiste technieken gaten maken in holle wanden.
- 3 De gepaste machines en beschermingsmiddelen gebruiken.
- 4 Met gepaste gereedschappen en de juiste technieken sleuven maken in een stenen muur in beton.

LEERINHOUDEN

Klokboor, kroonboor, hamer en beitels, elektrische en pneumatische breekhamer
Doorgangen, inbouwdoos, centraaldoos, inbouwspots, verdeelbord

Klokboor, kroonboor, ...
Doorgangen, inbouwdoos, inbouwspots

Machines
Beschermingsmiddelen

Hamer en beitels
Slijpschijf
Freesmachine

- 5 De gepaste beschermingsmiddelen gebruiken en de veiligheidsvoorschriften in acht nemen. Beschermingsmiddelen
Veiligheidsvoorschriften

DIDACTISCHE WENKEN

Een bezoek aan een werf en een demonstratie is zeker aan te bevelen, toch mogen we het daadwerkelijk gebruik door de leerlingen niet uit de weg gaan.

Een buiten opgestelde constructie kan een oplossing bieden, deze constructie kan eventueel gebruikt worden tijdens een geplande week, in kleine groepjes, onder begeleiding van een leerkracht.

Al de bewerkingen kunnen dan in één keer ingeoeffend worden.

Het in acht nemen van beschermingsmiddelen en veiligheidsvoorschriften is uitermate belangrijk.

De leerlingen op de gevaren bij het gebruik van machines wijzen. Minder fysiek sterke leerlingen helpen bij het hanteren van zware machines.

9 Minimale materiële vereisten

9.1 Infrastructuur

Voor de TSO-studierichting “Elektrische installatietechnieken” beschikt men best over een werkplaatsklas, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, ergonomie en milieu en met voldoende opbergruimte voor materialen, gereedschappen, onderhoudsmateriaal, leermiddelen en apparatuur. Er wordt aandacht gevraagd voor het verfraaien en (her)inrichten van verouderde lokalen. Zij bepalen immers in belangrijke mate het leer- en leefklimaat van de leerlingen. Voor alle betrokkenen blijft het een belangrijke uitdaging om een aangename leeromgeving te creëren.

Daarnaast zijn de volgende lokalen, liefst in de buurt van de werkplaatsklas gelegen, geen overbodige luxe:

- Een goed uitgerust lokaal met documentatiecentrum
- Een goed uitgerust informaticalokaal
- Een wasplaats en kleedkamer

9.2 Algemeen

- Schoolmeubilair en borden
- PC's met aangepaste randapparatuur (bijvoorbeeld printers) en breedband-Internetaansluiting
- Aangepaste software (CAE, simulatie, PLC, didactische software, burotica-software ...)
- Data-projectiesysteem

9.3 Aangepaste kleding en algemene beschermingsmiddelen

Rekening houdend met de reglementering terzake

9.4 Specifiek

9.4.1 Elektriciteit en lab

Klassikaal

- Bord met krijt of stiften
- Overheadprojector
- Multimedia pc met specifieke software, Internetaansluiting en printer
- Dataprojector (U)
- Kast(en) voor het opbergen van didactisch materiaal
- Driefasige asynchrone motor (didactische uitvoering)
- Dahlandermotor
- Motor met gescheiden wikkelingen
- Frequentieomvormer
- Eénfasige inductiemotor
- Universele motor
- Transformator (didactische uitvoering)
- Stroom-meettransformator
- Oscilloscoop
- Normen, reglementeringen

Per groep leerlingen

- Set aansluitsnoeren (voor snelverbindingen)
- Driefasige spanning met nulleider
- V-Meter, A-meter, Ω -meter (deze toestellen kunnen ook vervangen worden door twee multimeters.)
- Weerstanden (bijvoorbeeld 3 identieke weerstanden, 3 verschillende weerstanden)
- Condensatoren
- Spoelen
- Functiegenerator
- Frequentiemeter
- Meettoestel om een de arbeidsfactor te meten
- Meettoestel om het eenfasig actief vermogen te meten
- Driefasige asynchrone motor
- Een meettoestel voor het meten van driefasig actief vermogen van een symmetrisch belast viergeleidernet
- Een meettoestel voor het meten van driefasig actief vermogen van een asymmetrisch belast viergeleidernet
- Een meettoestel voor het meten van driefasig actief vermogen van een symmetrisch belast driegeleidernet
- Een meettoestel voor het meten van driefasig actief vermogen van een asymmetrisch belast driegeleidernet

Het is niet nodig om over 4 vermogenmeettoestellen te beschikken, één toestel dat de verschillende metingen kan uitvoeren, volstaat.

- Installatie om een asynchrone motor gecontroleerd te belasten (bv. magneetpoeder-rem)

- Een transformator met verwisselbare spoelen of transformatoren met verschillende transformatieverhoudingen
- Transformator met aftakkingen voor verschillende spanningen en aansluitschema
- Dioden en bijbehorende weerstanden
- Regelbare gelijkspanningsvoeding 0- 30 V
- Gestabiliseerde voeding
- Softstarter
- Rotatiefrequentiemeter

Gebruik bij voorkeur industriële meettoestellen

Per leerling

- Documenten of cd-rom met gegevens van dioden
- Tabellen voor het bepalen van compensatiecondensatoren (verbetering arbeidsfactor)
- Elektrisch schema van een dimschakeling of een vermogenregeling

9.4.2 Installatiemethoden

Klassikaal

- Bord met krijt of stiften
- Overheadprojector
- Multimedia-pc met Internetaansluiting, printer en toepassingssoftware
- Dataprojector (**U**)
- Voldoende opbergkasten
- Technische documentatie (catalogi, cd-rom's, normen, tabellen, lijsten, fiches rond gereedschappen en plaatsingstechnieken, aansluitgegevens, pictogrammen ...)
- ARAB, AREI
- Projectdossiers, schema's
- Residentieel en industrieel installatiemateriaal, componenten en hulpmiddelen voor didactische ondersteuning bij het realiseren van de doelstellingen in verband met:
 - verlichting
 - comfort- en communicatieschakelingen
 - domotica
 - elektrische verwarming en warmwaterbereiding
 - opwekken, transporteren en verdelen van elektrische energie
 - schakelen, signaleren, beveiligingen, detecteren
 - schakel- en verdeelborden
 - motoren en motorsturingen
 - (elektro)pneumatische cilinders, ventielen en toebehoren
 - programmeerbare logische sturingen

Per leerling

- Technische documentatie (uittreksels van: catalogi, normen, tabellen, lijsten, fiches rond gereedschappen en plaatsingstechnieken, aansluitgegevens...)
- Projectdossiers, schema's
- Voldoende PC's met CAE-tekensoftware

9.4.3 Automatisering

Klassikaal

- Bord met krijt of stiften
- Overheadprojector
- Multimedia PC met specifieke software, Internetaansluiting en printer
- Dataprojector (U)
- Kast(en) voor het opbergen van didactisch materiaal
- PLC-software
- Simulatiesoftware voor regeltechniek (bijvoorbeeld ACTA-sim, Heron ++, ...)
- Apparaat voor het adresseren van ASI-bus eilanden
- Digitale multimeter

Per groep leerlingen

- PLC gevoed en beveiligd volgens AREI en machinerichtlijn (bij voorkeur 24V/DC)
- Uitbreidingsmodule PLC voor analoge verwerking
- Uitbreidingsmodule PLC voor ASI-bus
- Verschillende types schakelementen (schakelaars, sensoren):
 - Drukknop / schakelaar
 - Eindeloopschakelaars
 - Inductieve naderingsschakelaar
 - Capacitieve naderingsschakelaar
 - Optische schakelaar
- Eén of meer analoge sensor(en) en omvormers
 - PT100 en omvormer 4-20mA
 - Druksensor en omvormer 0-10V of 4-20mA
- Verschillende soorten actoren:
 - Signaallampjes
 - Relais
 - Contactoren
 - Presluchtventielen
- Eenvoudige ASI-bus installatie.

Per leerling

- Lijst met de nodige tekensymbolen

- PLC-documentatie
- Schema's voor het schemalezen van PLC-aansluitingen
- PC en PLC-software

9.4.4 Realisaties elektriciteit

Klassikaal

- Eén- en driefasige, regelbare wisselspanningsvoeding
- Regelbare gelijkspanningsvoedingen 24 V / 5 A
- Analoge en digitale universele meters
- Ampèretang
- Spanningstester
- Inductiemeter
- Wattmeter
- Kwh meter
- Aardingsmeter
- Isolatiemeter
- Cos φ meter
- Meter voor draaizin (L1, L2, L3)
- Tachometer
- Lux meter
- Oscilloscoop (eventueel ook handmodel)
- Vaste en regelbare weerstanden
- Diverse lampen en lampenhouders (armaturen)
- Parlofoon- en videofoonssystemen
- Domoticasysteem
- Elektrische accumulatieverwarmingstoestellen met thermostaten en regelsysteem
- Elektrische boiler(s) (**U**)
- Diverse aansluitsnoeren met stekkers voor enkel- en driefasige spanningen 230 V / 400 V en voor de veiligheidsspanning van 24 V.
- Industriële kabels en geleidingen (**U**)
- Diverse industriële schakelaars en contactoren
- Sensoren
- Universele snoeren voor diverse toepassingen
- Driefasige verdeelkast / werfkast met diverse componenten
- Diverse types motoren, motorsturingen en beveiligingen (kleine en grotere vermogens)
- Motorremsysteem
- Frequentieregelaars
- Softstarters
- Programmeerbare logische sturingen met pc-koppeling en specifieke software

- Programmeerbare logische sturingen met bussysteem (bv. ASI)
- Persluchtaansluiting
- (Elektro)Pneumatische cilinders en ventielen met installatietoebereiden
- Diverse specifieke gereedschappen en elektrische handgereedschappen
- Goed uitgeruste en beveiligde werkposten
- Voldoende opbergkasten
- Bord met krijt of stiften
- Overheadprojector
- Multimedia-pc met Internetaansluiting, printer en toepassingssoftware
- Dataprojector (**U**)
- Digitaal fototoestel (**U**)
- ARAB, AREI
- Technische documentatie (catalogi, cd-rom's, normen, tabellen, lijsten, fiches rond gereedschappen en plaatsingstechnieken, aansluitgegevens, pictogrammen ...)
- Projectdossiers, schema's
- Set steenboren
- Set klokboren
- Haakse slijper

Per leerling

- Een persoonlijke gereedschapsset
- Technische documentatie (uittreksels van: catalogi, normen, tabellen, lijsten, fiches rond gereedschappen en plaatsingstechnieken, aansluitgegevens...)
- Projectdossiers, schema's

10 Bibliografie

Gedifferentieerd leerpakket elektriciteit

K. Standaert, F. Van der Borgh
Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

Basiselektriciteit

P. Goes
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Serie Elektra

D. Baele, W. Boodts, F. Clerbout
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Serie Elektrotechnische begrippen

L. Claerhout
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Serie Elektriciteit

L. Claerhout, V. Dekelver, F. De Schepper, J. Librecht, I. Maesen
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Serie Elektriciteit

M.A.J. op 't Roodt
Uitgeverij Van In, Wommelgem

Serie Elektrotechniek

W. Dekie
Uitgeverij Story – Scientia, Gent

Serie Elektrotechniek, vaktheorie

F. Teunissen
Uitgeverij W.J. Thieme en Cie, Zutphen Nederland

Elektrotechniek, vaktheorie

J. Last
Uitgeverij Educaboek, Culemborg Nederland

Algemene Elektriciteit

Prof. Dr. Ir. W. Geysen, Prof. Dr. Ir. R. Belmans
Uitgeverij Garant, Leuven – Apeldoorn

Basiselektronica 1 & 2

J. Cuppens, H. Saeys
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Digitale technieken 1

H. Saeys, H. Vandenheede
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Electrical Engineering – Principles and Applications

A.R. Hambley
Uitgeverij Prentice Hall

Basic Circuit Analysis

J. O' Malley
Uitgeverij Schaums Outlines – McGraw-Hill

Foundation Electrical Engineering

J.P. McTavish
Uitgeverij Prentice Hall

Circuits and Fields

P. Aaron, W.N. Taberner
Uitgeverij Prentice Hall

Basic Electrical Engineering

J.J. Cathey, S.A. Nassar
Uitgeverij Schaums Outlines – McGraw-Hill
Schaums Outlines – McGraw-Hill

Electric Circuits Fundamentals

T.L. Floyd
Uitgeverij Prentice Hall

Serie Labo Elektriciteit

G. Van Heyverzwyn, E. Vranken
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Labo Elektronica

G. Van Heyverzwyn, E. Vranken, I. Maesen
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Serie Elektrische machines

H. Vandenheede, L. Verschaeve
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Elektrische machines en aandrijvingen

R. Bemans, W. Geysen
Uitgeverij Garant, Leuven – Apeldoorn

Vermogenelektronica

J. Pollefliet
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Het installatieboek

GE Power Controls – Vynckier, Gent

Watt met Elektriciteit

B. De Donder, P. Hellemans
Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

Serie Technologie Installatieleer

V. Dekelver, J.M. Fichet, J.E. Van Opstal
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Domotica, intelligentie in het gebouw

F. Jacobs
Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

Handboek Elektrotechniek

Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Handboek Verlichtingstechniek

Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Elektrotechnische meettechniek

Voight
Uitgeverij Kluwer Bedrijfsinformatie, Deventer

Serie Elektrotechnisch tekenen

M. De Bruyn, H. Cooreman, V. Dekelver, F. De Schepper, J. Librecht, I. Maesen, J. Van Ocken
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Elektrotechnisch Tekenen met ePLAN 5.40, deel 1 (NY-2510-02)

J.P. Stragier
VVKSO, Brussel

Elektrotechnisch Tekenen met ePLAN 5.40, deel 2 (NY-2512-02)

L. Ost
VVKSO, Brussel

Elektrotechnische schema's (NY-2505-2)

Europese norm EN 60204-1, invloed van de machinerichtlijn, oefening met noodstoprelais
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

Elektrotechnische schema's (NY-2516-01)

Oefeningen op netsystemen en hun aardverbindingen
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

Tekenen van elektrotechnische Schema's met ePLAN (NY-2511-01)

Driefasen-motoren start-stopschakelingen
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

Tekenen van elektrotechnische schema's met ePLAN (NY-2513-01)

Driefasenmotoren: omkeerschakelingen
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

Tekenen van elektrotechnische schema's met ePLAN (NY-2514-01)

Driefasenmotoren: ster-driehoekschakeling
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

Tekenen van elektrotechnische schema's met ePLAN (NY-2515-01)

Driefasenmotoren: poolomschakelingen
Werkgroep Technisch Tekenen Elektriciteit – VVKSO, Brussel

EDA voor Windows, didactische toepassingen met multiSIM 2001 (NY-3517-01)

A. Struyven
VVKSO, Brussel

Serie Programmeerbare Logische Sturingen

H. Mariën
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Veldbussen

Hulsebos
Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Serie Regeltechniek en procestechieken

J. Hay, J. Roelants, H. Denis, W. Van den Weyngaert
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Fundamenten van de regeltechniek

C. Clerx
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Handboek Procesautomatisering
Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Leren regelen met Heron ++ (NY-3512-01)
J. Roelants
VVKSO, Brussel

Opnemers van fysische grootheden
P. Cuperus
Uitgeverij Wolters Noordhoff, Nederland

Werken met Grootheden en Wettelijke Eenheden
A. Angenon
Uitgeverij Die Keure, Brugge

Algemeen reglement op de Elektrische installaties
AREI, AIB-Vinçotte Brussel, CED-Samson Brussel, Kluwer Techniek Deventer

Basisveiligheid VCA (boek, cdrom, transparanten voor lesgevers)
Provinciaal Veiligheidsinstituut, Antwerpen

Tabellenboek voor Elektrotechniek
P. Hap
Uitgeverij Wolters Plantyn, Mechelen

Tabellenboek Elektrotechniek
J.P. Nederveen
Uitgeverij Educaboek, Culemborg Nederland

Zakboekje Elektrotechniek, formules en tabellen
P. Böttle, G. Fehmel
Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Zakboekje Elektro-installatie
Uitgeverij Kluwer Techniek, Deventer

Normen

EN 60617 - 2/13: grafische symbolen
EN-61346 - 1/2: codering
EN-60204 - elektrische uitrusting van machines
98/37/EG - machinerichtlijn
EN 1050 - gevaar- en risicoanalyse
93/68/EEG – laagspanningsrichtlijn
89/336 EG - EMC richtlijn

Software

ePLAN (CAE elektriciteit)
ePLAN Lummen, België / VVKSO, Brussel

CADdy ++ (CAE elektriciteit)
IGE+XAO B.V., Hoensbroeck Nederland / VVKSO Brussel

Multisim (simulatie elektriciteit-elektronica-regeltechniek)

EWB Europe, Naarden Nederland / VVKSO Brussel

Acta-SIM (simulatie regeltechniek)

Acta VZW, Kalmthout

Heron ++ (simulatie regeltechniek)

VVKSO, Brussel

Libra (zelfevaluatie)

VVKSO, Brussel

Deal (beheer stagegegevens)

VVKSO, Brussel

11 Nuttige adressen

Agoria Vlaanderen

Diamantbuilding

Reyerslaan 80

1030 Brussel

Tel.: 02 706 78 00

Fax: 02 706 78 01

E-mail: info@agoria.be

Website: <http://www.agoria.be>

AIB-Vinçotte Group

Business Class Kantorenpark

Jan Olieslagerslaan 35

1800 Vilvoorde

Tel 02 674 5711

Fax +32.(0)2.674.59.59

Website: : [http:// www.aib-vincotte.com](http://www.aib-vincotte.com)

E-mail: info@aib-vincotte.be

BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie)

Brabançonnellaan 29

1040 BRUSSEL

Tel.: 02 520 22 33

E-mail: webmaster@ibn.be

Website: <http://www.bin.be/nl/index.htm>

DBO (Dienst voor Beroepsopleidingen)

Koningsstraat 93 bus 3

1000 BRUSSEL

Tel.: 02 227 14 11

Fax: 02 227 14 00

E-mail: dbo@vlaanderen.be

Website: <http://www.ond.vlaanderen.be/dbo>

Electrabel

Regentlaan 8

1000 Brussel

Website: <http://www.electrabel.be>

Provinciaal Veiligheidsinstituut

Jezusstraat 28, 2000 Antwerpen.

Tel.: 03 203 42 00

Fax: 03 203 42 30

E-mail: petra.verschueren@pvi.provant.be

Website: <http://www.provant.be>

KVIV (Koninklijke Vlaamse Ingenieurs Vereniging)

Desguinlei 214

2018 ANTWERPEN

Tel.: 03 216 09 96

E-mail: critti@tvi.kviv.be

Website: <http://www.ti.kviv.be/critto>

VKW (Verbond van Kristelijke Werkgevers en Kaderleden)

Tervurenlaan 463

1160 BRUSSEL

Tel.: 02 773 16 80

Fax: 02 773 16 00

E-mail: info@vkw.be

Website: <http://www.vkw.be>

VLOR (Vlaamse Onderwijsraad)

Leuvenseplein 4

1000 BRUSSEL

Tel.: 02 219 42 99

Fax: 02 219 81 18

E-mail: vlaamse.onderwijsraad@vlor.be

Website: <http://www.vlor.be>

Vormelek VZW

Heizel Esplanade

BDC 35

1020 Brussel

Tel.: 02 476 16 76

Fax: 02 476 26 76

E-mail: info@vormelek-formelec.be

Website: <http://www.vormelek.be>

VIK (Vlaamse Ingenieurskamer)

Herentalsebaan 643

2160 WOMMELGEM

Tel.: 03 259 11 00

Fax: 03 259 11 01

E-mail: ing@vik.be

Website: <http://www.vik.be>

VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)

A. Van De Maelestraat 96

9320 EREMBODEGEM

Tel.: 05372 64 45

E-mail: info@vmm.be

Website: <http://www.vmm.be>

VVKSO (Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs)

Guimardstraat 1

1040 BRUSSEL

Tel.: 02 507 07 30

Fax: 02 511 33 57

E-mail: info@vvkso.vsko.be

Website: <http://www.vsko.be/vvkso/>

WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)

Maatschappelijke zetel

Violetstraat 21-23

1000 BRUSSEL

Tel.: 02 502.66.90

E-mail: info@bbri.be

Website: <http://www.bbri.be/wtcb.htm>