

REGELTECHNIEKEN

DERDE GRAAD DERDE LEERJAAR TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

September 2009
VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/047

REGELTECHNIEKEN

DERDE GRAAD DERDE LEERJAAR TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/047

September 2009

(Vervangt leerplan D/1995/0279/039 met ingang van 1 september 2009)



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

Inhoud

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan regeltechnieken tso derde leerjaar derde graad..... | 5 |
| 2 | Situering van het leerplan | 5 |
| 3 | Studierichtingsprofiel..... | 6 |
| 3.1 | Situering | 6 |
| 3.2 | Instroom | 6 |
| 3.3 | Regeltechnieken in het tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte..... | 7 |
| 3.4 | Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden..... | 7 |
| 3.5 | Uitstroom | 7 |
| 3.6 | Structuur van het leerplan | 8 |
| 3.7 | Relatie met andere vakken | 10 |
| 3.8 | Relatie met de geïntegreerde proef | 10 |
| 3.9 | Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld..... | 10 |
| 4 | Algemene pedagogisch-didactische wenken | 12 |
| 4.1 | Inleiding | 12 |
| 4.2 | Werken aan de realisatie van het Studierichtingsprofiel (SRP) | 12 |
| 5 | Evaluatie | 13 |
| 5.1 | Wat is evalueren?..... | 13 |
| 5.2 | Wat en waarom evalueren? | 13 |
| 5.3 | Wanneer evalueren?..... | 13 |
| 5.4 | Hoe evalueren? | 14 |
| 5.5 | Hoe rapporteren? | 14 |
| 6 | Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken gemeenschappelijk voor alle vormingsclusters | 16 |
| 6.1 | Preventie (geïntegreerd te realiseren) | 16 |
| 6.2 | Planning – kostprijs (geïntegreerd te realiseren) | 17 |
| 6.3 | Kwaliteitsbeheersing (geïntegreerd te realiseren) | 18 |
| 7 | Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: automatiserings- en regeltechnieken | 20 |
| 7.1 | Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: Pneumatische en hydraulische stuur- en vermogenkringen..... | 27 |
| 7.2 | Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: Digitale systemen en toegepaste informatica | 29 |
| 8 | Uitbreidingsdoelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het complementair deel..... | 32 |
| 8.1 | Robotica (U) | 32 |
| 8.2 | Industriële analysetechnieken (U)..... | 33 |

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 9 | Stages..... | 35 |
| 10 | Minimale materiële vereisten..... | 37 |
| 10.1 | Algemeen | 37 |
| 10.2 | Klassikaal | 37 |
| 10.3 | Per leerling of per meetgroep..... | 37 |
| 10.4 | Projectgebonden | 37 |
| 11 | Nuttige adressen..... | 39 |
| 12 | Bibliografie | 42 |

1 Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan regeltechnieken tso derde leerjaar derde graad

De opdracht voor de leerplancommissie gaat uit van de volgende vijf punten:

- Het leerproces moet gekaderd zijn binnen een duidelijk studierichtingsprofiel;
- De studierichting moet uitdagend en aantrekkelijk onderwijs bieden voor jongeren;
- Er moet ruimte worden gecreëerd voor de eigen inbreng van scholen;
- De moderne technologieën moeten binnen het leren hun plaats krijgen;
- Er moet voldoende aandacht zijn voor preventie en milieu.

2 Situering van het leerplan

| | |
|------------------------------------|---|
| Studierichting | Regeltechnieken |
| Graad en onderwijsvorm | Derde leerjaar derde graad tso |
| Pedagogische vakbenamingen | Automatiserings- en regeltechnieken (en stages) |
| Administratieve vakbenaming | TV Electriciteit/Elektronica/Elektromechanica/Mechanica |
| Specifiek gedeelte | 22-26 uur |
| Complementaire gedeelte | Pedagogische vakbenaming: Robotica en/of Industriële analysetechnieken 4 uur/week Administratieve vakbenaming: TV Elektronica/Elektromechanica/Electriciteit |

3 Studierichtingsprofiel

3.1 Situering

Dit profiel bespreekt de competenties welke de leerlingen dienen te verwerven tijdens het 3^e leerjaar van de 3^e graad tso regeltechnieken. Deze studierichting heeft tot doel leerlingen de kans te bieden een hogere arbeidskwalificatie te laten behalen, aanvullend daarop kunnen een aantal doelen opgenomen worden die hen in staat moet stellen met succes hoger onderwijs van niveau bachelor aan te vatten.

Alle doelstellingen en inhouden worden op een toegepaste technisch-technologisch onderbouwde manier aangebracht.

Regeltechnieken is een tso specialisatiestudierichting. De nadruk ligt in deze studierichting op de kwalificatiegerichtheid van de doelstellingen en leerinhouden van technische vorming. Aan de talenkennis en de taalvorming wordt er aandacht besteed in functie van analyse en rapportering. Het technisch deel wordt praktisch onderbouwd. De studierichting streeft er vooral naar de leerlingen in staat te stellen om in ondernemingen een aantal functies op te nemen die zich situeren in het domein van de regeltechnieken.

Naast het kwalificatiegedeelte is er in de studierichting ook aandacht voor het verwerven van competenties die de afgestudeerde in staat moet stellen om hoger onderwijs aan te vatten.

De studierichting heeft dan ook een dubbele doelstelling.

Door het behalen van het getuigschrift "Regeltechnieken" derde graad derde leerjaar tso verwerven leerlingen voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes

- **om in een bedrijf regeltechnische realisaties te analyseren, te installeren en te onderhouden;**
- **om vervolgonderwijs aan te vatten dat voortbouwt op deze opleiding.**

3.2 Instroom

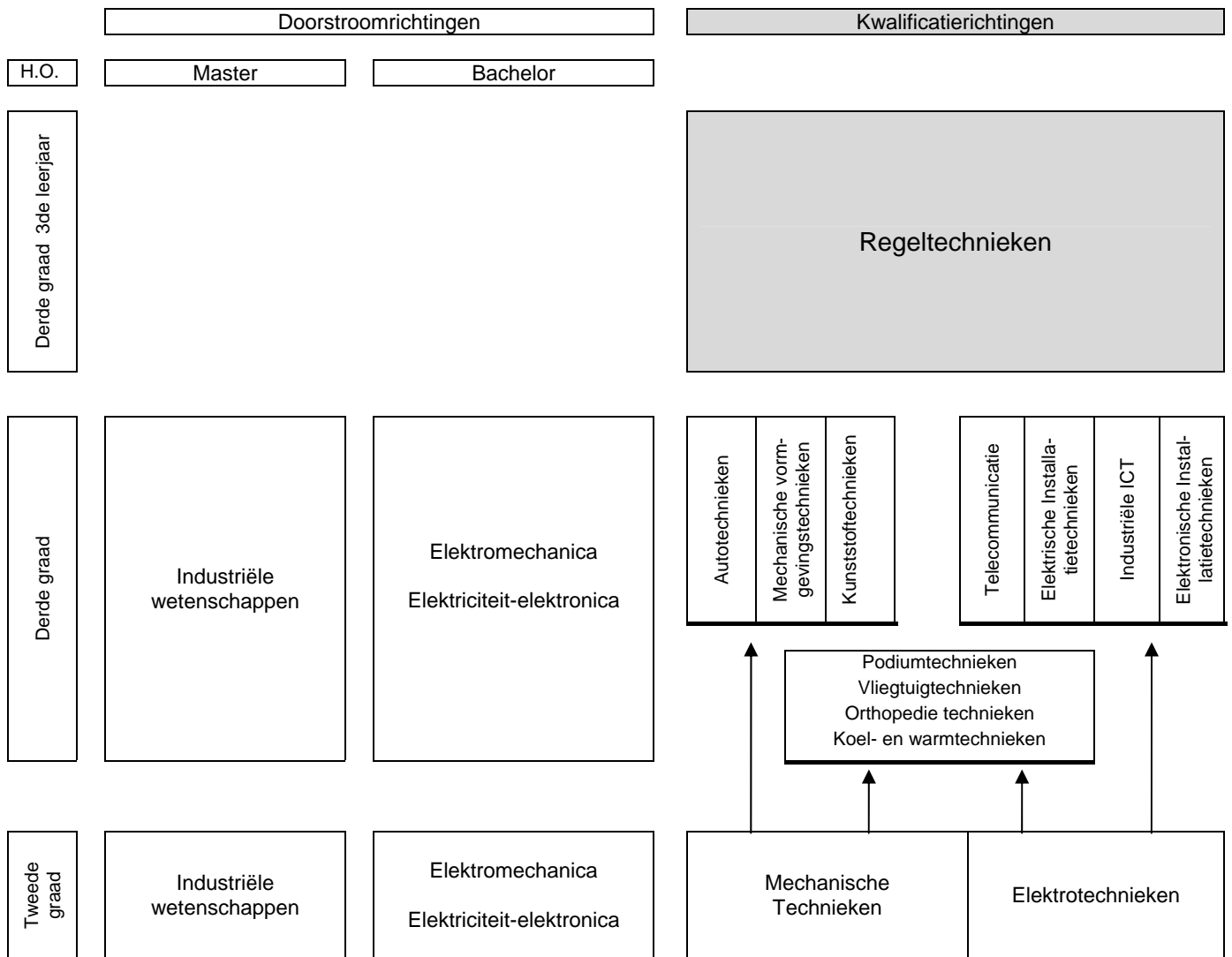
Instromende leerlingen dienen in het bezit te zijn van een diploma secundair onderwijs. Ze hebben de eindtermen voor het secundair onderwijs behaald. Dit gegeven werpt een ander licht op de benadering van de na te streven algemene competenties.

Hieronder volgt een opsomming van vormingscomponenten die als voorkennis beschouwd worden;

- combinatorische logische schakelingen met relais herkennen, ontwerpen, aansluiten en testen;
- sequentiële logica met tijdrelais herkennen, ontwerpen, aansluiten en testen;
- diverse digitale ingangen van een plc herkennen, aansluiten en testen;
- diverse digitale uitgangen van een plc herkennen, aansluiten en testen;
- een plc duidelijk kunnen situeren ten overstaan van bedrade logische schakelingen met elektromagnetische schakelaars;
- conventionele voedingsschakelingen (transfo's, gelijkrichters, afvlakking) opbouwen en testen.

Instromende leerlingen beschikken niet altijd over alle startcompetenties. Ze moeten bij hun studiekeuze omtrent dit laatste aspect eerlijk en correct geïnformeerd worden. Deze leerlingen moeten bij de start van de studierichting aan de hand van ter beschikking gesteld en aangepast studiemateriaal en het uitvoeren van aangepaste oefeningen, begeleid zelfstandig de startcompetenties nastreven.

3.3 Regeltechnieken in het tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte



3.4 Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden

Bepaalde lichamelijke en fysieke gebreken kunnen een belemmerende factor zijn voor het uitoefenen van één of meerdere beroepen waarop deze studierichting voorbereidt. Een gepaste oriëntering en begeleiding is dan ook ten eerste aangewezen, enerzijds omdat ze invloed hebben op de slaagkansen van de leerlingen en anderzijds omdat ze de uitoefening van heel wat beroepen bemoeilijken.

3.5 Uitstroom

Door het slagen in de studierichting derde leerjaar derde graad tso **Regeltechniek** verwerft de leerling de startkwalificatie om regeltechnische problemen aan te pakken.

Deze studierichting heeft tot doel leerlingen uit finaliteitsstudierichtingen de kans te bieden een hogere arbeidskwalificatie te laten behalen, aanvullend daarop kunnen een aantal doelen opgenomen worden die hen in staat moet stellen met wisselend succes hoger onderwijs van niveau bachelor aan te vatten.

3.6 Structuur van het leerplan

3.6.1 Algemene doelstelling

Regeltechnieken

Specifiek gedeelte:

Automatiserings- en regeltechnieken:

- **Pneumatische en hydraulische stuur- en vermogenskringen**
- **Digitale systemen en toegepaste informatica**

Complementaire gedeelte:

- **Robotica** en/of
- **Industriële analysetechnieken**

Door het behalen van het getuigschrift zevende jaar van de derde graad in de studierichting regeltechnieken verwerven leerlingen voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes:

- om met succes een professionele carrière binnen het domein van de regeltechniek aan te vatten;
- om een regeltechnische realisatie op een gestructureerde wijze te analyseren, te installeren en te onderhouden.

Bij het algemeen doel van de studierichting dienen leerlingen **kwalificatie gerichte competenties** te verwerven binnen het **afgebakend toepassingsgebied** van de studierichting regeltechnieken derde leerjaar derde graad.

De leerling kan:

- de nodige preventiemaatregelen nemen om de veiligheid van zichzelf en zijn teamgenoten te garanderen,
- op een duurzame manier omgaan met het milieu.
- zijn eigen studies van realisaties en zijn leerproces plannen en evalueren,
- van zijn eigen realisatie een kostenbepaling opmaken.
- het eigen werk evalueren, erover rapporteren en bijsturen.
- fysische wetmatigheden toepassen,
- begrippen uit de statica en dynamica van vloeistoffen toelichten,
- automatiserings- en procestechnieken analyseren,
- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van regeltechnische componenten in een proces duiden,
- hydraulische en pneumatische kringen analyseren om deze regeltechnisch bij te stellen,
- de aandrijving van processen analyseren om aandrijfmotoren te schakelen en aan te sturen,
- een regelproces beveiligen,
- een regelproces analyseren om randapparatuur te kiezen,
- een regelproces analyseren om storingen te detecteren en te verhelpen,
- stuur- en controle-elementen bij een regelproces centraliseren,
- een data operationeel maken door analyseren en transfereren,

- een regelproces zelfstandig ontwerpen en uitvoeren,
- het totale automatiseringsproces documenteren door gegevens te selecteren en te structureren.

de leerling kan:

- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van hydraulisch en pneumatisch componenten in een automatiseringsproces duiden
- een hydraulisch en pneumatisch automatiseringsproces ontwerpen en uitvoeren
- hydraulische en pneumatische kringen analyseren om deze te onderhouden en regeltechnisch bij te stellen,
- een hydraulisch en pneumatisch automatiseringsproces analyseren om storingen te detecteren, te rapporteren en te verhelpen.

En de leerling kan:

- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van de componenten in een digitaal systeem duiden.
- een digitale stuur- en automatiseringsinstallatie realiseren en configureren.
- in een bestaande installatie tekorten opsporen, ze rapporteren en een oplossing ervoor formuleren.

3.6.2 Van algemene doelstelling naar leerplandoelstelling

Het verwerven van de nodige competenties voor de leerlingen van de kwalificatierichting Regeltechnieken gebeurt door:

- te zoeken naar verbanden tussen onderdelen van de leerstof of tussen nieuwe leerstof en voorkennis: **Relateren**;
- hoofd- en bijzaken te onderscheiden, grote hoeveelheden informatie reduceren tot enkele relevante delen: **Selecteren**;
- leerstof en uitvoeringen schematisch te ordenen: **Structureren**;
- informatie te bestuderen vertrekkend vanuit een geheel naar onderdelen en deelproblemen: **Analyseren**;
- een oordeel te vormen, conclusies trekken: **Verwerken**;
- via transfers vanuit het geleerde nieuwe kennis te construeren: **Ontwerpen**.

Het afgebakend toepassingsgebied waarbinnen de competenties regeltechnieken 3de leerjaar van de 3de graad worden verworven bestaat uit:

- hydraulica, pneumatica,
- elektrische stuur en aandrijfsystemen,
- regeltechnische installaties,
- geautomatiseerde processen.

3.6.3 Na te streven attitudes Regeltechniek

Het is enorm belangrijk om attitudes bewust en expliciet op diverse momenten na te streven. Attitudes die bijzondere aandacht verdienen zijn:

- Verantwoordelijkheidszin
Het belang van het eigen handelen onderkennen en plichtsbewust handelen.

- Teamgeest
Met tegenstrijdige belangen tussen medeleerlingen kunnen omgaan.
- Overtuigingskracht
Een eigen mening onderbouwen en argumenteren.
- Analytisch denken
Een probleem in zijn verschillende elementen bekijken.
- Leergierig zijn
Actief zoeken naar situaties om zijn competentie te verbreden en te verdiepen.
- Synthetisch denken
Verschillende elementen die tot een oplossing leiden, samenbrengen.
- Kwaliteitsbewust zijn
In staat zijn om in te schatten aan welke vereisten de studieresultaten moeten voldoen.
- Organiseren
Het eigen leerproces organiseren en sturen.
- Planmatig werken
Structuur aanbrengen in tijd en ruimte. Prioriteiten bij het aanpakken van de eigen studie bewaken.

Al deze attitudes terzelfder tijd nastreven is uiteraard onmogelijk. Het is daarom aangewezen tijdens afgesproken periodes telkens één of enkele attitudes expliciet te benadrukken.

3.7 Relatie met andere vakken

Bepaalde leerinhouden hebben een vakoverschrijdend karakter, bijvoorbeeld 'communicatieve vaardigheden'. Dergelijke leerinhouden, al dan niet in relatie met de geschreven doelstellingen, kunnen ingeleid worden in een les van leraren met een andere vakspecialiteit. Dit heeft als gevolg dat deze doelstellingen kwalitatief makkelijker worden bereikt. Deze leraren kunnen ook ondersteunende medewerking bieden bij de geïntegreerde proef, bij het samenstellen van het dossier of het maken van stageverslagen.

Voorbeeld:

De in **lichamelijke opvoeding aangeleerde technieken** om op een ergonomische verantwoorde wijze werkzaamheden uit te voeren, toepassen.

3.8 Relatie met de geïntegreerde proef

De leerplandoelstellingen en leerinhouden vormen de basis van de geïntegreerde proef. De betrokkenheid van de interne en externe juryleden en de integratie van algemene vakken vormen een belangrijke meerwaarde bij de geïntegreerde proef. De GIP is van opbouw gelijkend op thema's en projecten, de integratie kan breder zijn. De concretisering van de geïntegreerde proef is vastgelegd in de omzendbrief van 25 juni 1999 punt 8 'Evaluatie en bekrachtiging van de studies', het algemene kader van de geïntegreerde proef (28 mei 2002) van het VVKSO (zie www.vvkso.be, onder 'Onderwijspraktijk', 'Geïntegreerde proef' aanklikken).

3.9 Vorming vertrekkend van een christelijk mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Onderstaande waarden zijn dan ook steeds na te streven tijdens alle handelingen.

- Respect voor de medemens

- Solidariteit
- Zorg voor milieu en leven
- Vanuit eigen geloof respectvol omgaan met anders gelovigen en niet-gelovigen
- Vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen
- Respectvol omgaan met eigen lichaam (seksualiteit, gezondheid, sport ...)

4 Algemene pedagogisch-didactische wenken

4.1 Inleiding

Dit leerplan wil hoofdzakelijk een leidraad zijn. De erin opgenomen doelstellingen en leerinhouden zijn een referentiekader waarmee het lerarenteam vrij kan omgaan. Het is zelf verantwoordelijk voor de wijze waarop deze doelstellingen door de leerlingen kunnen worden verworven. De in dit leerplan opgenomen pedagogisch-didactische wenken zijn dan ook bedoeld als suggesties, als tips.

Het leerplan op zichzelf mag in geen geval een excuus zijn om geen rekening te houden met de noden van de maatschappij en te luisteren naar de verwachtingen van de leerlingen. Daarom is het noodzakelijk dat er voldoende aandacht blijft bestaan voor opvoeding, voor ontplooiingskansen van elke individuele leerling, voor geloofsovertuiging ...

Het is belangrijk dat leerlingen tijdens hun leerproces succes beleven. Zij moeten dan ook voldoende worden gewaardeerd voor het gepresteerde werk.

4.2 Werken aan de realisatie van het Studierichtingsprofiel (SRP)

4.2.1 *Betekenis “Werken aan de realisatie van het SRP”*

Onder “Werken aan de realisatie van het SRP” verstaan we een aanpak waarbij we vertrekken vanuit de samenhang tussen de toepassingsgebieden van de toegepaste wetenschappen mechanica en elektriciteit.

In moderne installaties en machines is er bijna altijd sprake van een samengaan van processen en het automatiseren. Om de link met de realiteit van het bedrijfsleven te leggen en om zo tot een uitdagende studierichting te komen gaan we dan ook in het specialisatiejaar Regeltechnieken analyses maken van processen die gebruik maken van moderne technologieën.

Verder moet er ook gewerkt worden aan het verwerven van een theoretische basis via wiskunde en toegepaste wetenschappen, daar waar mogelijk in relatie met de studie van realisaties en het uitvoeren van experimenten.

4.2.2 *Voordelen van het werken aan de realisatie van het SRP*

Een goed omschreven studierichtingsprofiel vergroot de **herkenbaarheid** van de gevolgde studierichting voor leerlingen, ouders en bedrijfswereld.

5 Evaluatie

5.1 Wat is evalueren?

Evalueren is het verzamelen en beoordelen van gegevens over de prestaties van leerlingen. Deze prestaties moeten gerelateerd zijn aan de door het onderwijs geformuleerde doelstellingen.

5.2 Wat en waarom evalueren?

Evalueren is geen doel op zich. Het maakt deel uit van het didactisch proces. Via evalueren krijgen de leerlingen en de leraar informatie over de bereikte en de niet-bereikte leerdoelen.

Zowel het **proces** als het **product** worden geëvalueerd. De klemtoon ligt daarbij uiteraard op het proces want de hoofdbedoeling van het evalueren is bijsturen, remediëren.

Met het proces bedoelen we het leerproces van de lerende. Dit proces bestaat uit het verwerken van de aangeboden leerinhouden die toelaten de doelen te realiseren, het evalueren van die doelstellingen en het bijsturen of remediëren.

De evaluatie van het product is een meting die aangeeft of de lerende in voldoende mate de vooropgestelde doelen heeft bereikt.

Bij het evalueren wordt aandacht besteed aan:

- kennis,
- vaardigheden,
- attitudes,

en aan de samenhang ertussen.

Met het oog op het realiseren van het studierichtingsprofiel is het belangrijk dat de lerende via zelfevaluatie zijn eigen leerproces leert bijsturen om te komen tot competenties die hij nodig heeft om verder te studeren in hoger onderwijs professionele bachelor.

5.3 Wanneer evalueren?

Het lerend bezig zijn van de leerlingen en de vorderingen die ze daarbij maken worden permanent geëvalueerd en bijgestuurd.

Naast deze vorm van evalueren moet met het oog op het studierichtingsprofiel worden nagegaan of de beoogde doelen van de leercompetenties gehaald worden. Hiervoor zijn evaluaties van grotere leerinhouden nodig. Deze evaluaties kunnen gebeuren tijdens examenperiodes die door de school worden vastgelegd.

Verder kunnen de leerlingen ook nog periodiek aan de hand van goed gekozen projecten en thema's worden geëvalueerd. Deze evaluaties van de projecten en thema's hebben altijd het studierichtingsprofiel en de daarmee samenhangende leerdoelen op het oog.

Evalueren helpt het onderwijsproces sturen. Daarom wordt het evalueren doorgedreven geïntegreerd in dat onderwijsproces. Evaluatie is geen afzonderlijke activiteit maar is een leermoment, daardoor worden het leerproces van de leerling en de instructie van de leraar geoptimaliseerd.

5.4 Hoe evalueren?

Tussen de doelstellingen, de gekozen werkvorm en de evaluatie is er een sterke relatie.

Indien we een formatieve evaluatie van het proces nastreven is het doel ervan goede feedback te kunnen geven. Er is sprake van een kwaliteitsvolle feedback indien de terugkoppeling van gegevens tot doel heeft de lerende ermee vooruit te helpen.

Indien we een summatieve evaluatie van het product nastreven is het doel ervan het uitspreken van een eindoordeel over de prestaties van de leerling. Deze evaluatie is gericht op het beslissen of een leerling al dan niet mag overgaan.

Eigenschappen van evaluaties:

- juiste conclusies trekken uit de resultaten (validiteit)
- herhaald gebruik onder gelijke condities leveren hetzelfde resultaat op (betrouwbaarheid)
- elke leerling krijgt dezelfde kansen (objectiviteit)
- de beoordelaar heeft geen invloed (objectiviteit)
- de nodige informatie wordt verstrekt (transparantie)
- de beoordeling is te rechtvaardigen (normering)
- participatie in de evaluatie (leerlingbetrokkenheid)
- sluit aan bij het beroepsleven (authenticiteit)

Voorbeeld: evaluatie van de doelstelling “de leerling kan het doel en de werking van componenten toelichten”.

Doelstellingen die het toelichten van een bepaalde inhoud nastreven kunnen geëvalueerd worden met het accent op het toelichten en de competenties die een lerende daarrond heeft verworven. Ook kunnen zij, afhankelijk van de gestelde verwachtingen, geëvalueerd worden met het accent op de inhoud die moet worden toegelicht.

Indien het accent op toelichten ligt, kan de werkvorm via een presentatie verlopen en kan de evaluatie dan ook gaan over de manier waarop lerenden kunnen presenteren.

Indien het accent ligt op de inhoud kan de evaluatie bestaan uit een schriftelijke weerslag van de definities.

Indien de doelen gericht zijn op het verwerven van vaardigheden wordt van de lerende verwacht dat hij zijn leren construeert. De opdrachten gaan dan niet in de richting van reproductie van kennis maar richten zich op het aanwenden van het geleerde in nieuwe situaties. Het gaat dan over het zelfstandig oplossen van problemen en over het kritisch nadenken. De evaluatie moet dan ook het al dan niet 'zelfstandig oplossingen bieden' en het 'kritisch nadenken' meten.

5.5 Hoe rapporteren?

De rapportering gebeurt niet louter via een cijferrapport. De vorderingen van de leerling en vooral de tips voor remediëren worden in een eenvoudige en directe taal omschreven.

Een soort portfolio of dossier bijhouden van de gerealiseerde projecten (eventueel geïllustreerd met foto's van de gerealiseerde projecten) kan een middel zijn om de succesbeleving te bevorderen.



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.vvksso@vsko.be).

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

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.

6 Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken gemeenschappelijk voor alle vormingsclusters

6.1 Preventie (geïntegreerd te realiseren)

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- de nodige preventie maatregelen nemen om de veiligheid van zichzelf en zijn teamgenoten te garanderen,
- op een duurzame manier omgaan met het milieu.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Op de arbeidsplaats naar best vermogen zorg dragen voor de eigen veiligheid en gezondheid en deze van de andere personen, in overeenstemming met de gegeven instructies en met de verkregen opleiding.
- 2 Op de juiste wijze gebruik maken van machines, toestellen, gereedschappen, gevaarlijke stoffen, vervoermiddelen en andere middelen die ter beschikking worden gesteld.
- 3 Op de juiste wijze gebruik maken van de persoonlijke beschermingsmiddelen die ter beschikking worden gesteld. Na gebruik weer opbergen van deze PBM's.
- 4 De veiligheidsvoorzieningen van machines, toestellen, gereedschappen, installaties en gebouwen herkennen, deze voorzieningen op de juiste manier gebruiken en ze niet willekeurig uitschakelen, veranderen of verplaatsen.
- 5 Elk ernstig of onmiddellijk gevaar voor de veiligheid en de gezondheid en elk gebrek in de beschermingssystemen dat vastgesteld wordt, onmiddellijk melden.
- 6 Waar nodig meewerken met de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk om taken uit te voeren of verplichtingen na te leven met het oog op de veiligheid.

LEERINHOUDEN

- Veiligheid. Gezondheid
- Instructies.

- Gebruiksaanwijzing
- Machine-instructiekaart
- Veiligheidsinstructiekaart
- Gevaarlijke stoffen. Etikettering
- Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)

- Collectieve beschermingsmiddelen (CBM's)
- Signalisatie. Pictogrammen
- Noodprocedures. Evacuatieprocedures

- Gevaren. Risico's
- Meldingsprocedures

- Preventieadviseur
- Interne dienst voor preventie en bescherming op het werk
- Comité voor preventie en bescherming op het werk

- 7 Waar nodig meewerken aan de realisatie van veilige arbeidsomstandigheden en een veilig werkmilieu en aan het voorkomen van risico's inzake veiligheid en gezondheid binnen het werkterrein.
 - Beginselen van preventie en veiligheid
- 8 Zich onthouden van geweld, pesterijen of ongewenst seksueel gedrag op het werk en bijdragen tot een positief klimaat op dit vlak.
 - Agressie, pesterijen, ongewenst seksueel gedrag
- 9 Het rationeel energieverbruik na te streven.
- 10 Afvalverwerking volgens voorschriften toepassen.

DIDACTISCHE WENKEN

- Wijs op de overeenkomsten tussen de in de school na te leven afspraken en deze die in het bedrijfsleven gelden.
- Bij de doelstelling over de persoonlijke veiligheidsvoorschriften verwijzen sommige leerinhouden naar het behalen VCA B-attest. Vermits heel wat van onze leerlingen tewerkgesteld worden in aannemingsbedrijven waar zo'n certificering wordt gevraagd, is het zinvol hier voldoende aandacht aan te schenken.
- Besteed bijzondere aandacht aan voorschriften in verband met preventie, persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen, hygiëne en milieu. Let er op dat elke leerling alvorens aan het werk te gaan aan een machine voldoende geïnstrueerd is over het werken ermee en de gevaren die ermee gepaard gaan. Zie toe op het noteren ervan in de agenda. Heb oog voor eventuele afwezigen.
- Verwijs naar de impact op het milieu bij de winning, productie, verwerking gebruik en verwerking na gebruik van materialen.
- Laat niet toe dat leerlingen werken uitvoeren onder spanning, ook niet op zeer lage veiligheidsspanning, dit staat voor een onontbeerlijke attitudevorming in verband met het veilig werken aan elektrische installaties.

6.2 Planning – kostprijs (geïntegreerd te realiseren)

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- zijn eigen studies van realisaties en zijn leerproces plannen en evalueren,
- van zijn eigen realisatie een kostenbepaling opmaken.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 11 Eigen werkzaamheden plannen en organiseren
- 12 In team de invloed van de werkelijke uitvoeringstijd van de verschillende bewerkingen op de planning onderkennen en de planning bijsturen

LEERINHouden

- Eigen werkzaamheden
 - Planning
 - Organisatie
- Inrichting eigen werkplek
- Administratie

- | | |
|--|--|
| 13 De administratieve afhandeling en verwerking van gegevens van de eigen werkzaamheden volgens verstrekte richtlijnen uitvoeren | <ul style="list-style-type: none"> • Het actualiseren van de planning <ul style="list-style-type: none"> – Voorziene tijdsduur – Uitvoeringstijd – Bijsturingsmogelijkheden |
| 14 Een dagrapport, administratieve formulieren invullen. | <ul style="list-style-type: none"> • Dagrapporten • Administratieve formulieren |
| 15 Het belang van het rapporteren van defecten, storingen en tekorten, toelichten | <ul style="list-style-type: none"> • Tekorten – storingen |
| 16 Van een eigen studie de kostprijs bepalen. | |

DIDACTISCHE WENKEN

- Voldoende toelichten dat bij de aanvang van het project niet alle parameters in detail gekend zijn, maar duidelijker worden naargelang de vorderingen van de werkzaamheden. Het is dus belangrijk dat in de beginfase de parameters zo goed mogelijk worden omschreven en bij opvolging zo goed mogelijk wordt geanticipeerd op onverwachte gebeurtenissen.
- Stel gegevens ter beschikking van werkelijke uitvoeringstijden en laat leerlingen deze noteren van de werkzaamheden die ze zelf uitvoeren.
- Toon, aan de hand van beeldend materiaal uit de praktijk, het belang aan van de plaats van het materieel en het materiaal bij een werkplaatsinrichting. Leg ook het verband tussen een goed ingerichte werkplek, het rendement, de netheid en het opruimen na de werktijd.
- Bestudeer bij bedrijfsbezoeken de inrichting van de werkplaats en van het bedrijf. Laat eventueel bedrijfsdeskundigen een les in de school mee ondersteunen.
- Overleg met de taalleerkrachten voor het opstellen van rapporten;
- Maak gebruik van standaard invulbladen om een stukkenlijst op te maken, de schade en tijdsbesteding te rapporteren.
- Laat de leerlingen in catalogi de verschillende factoren (uurloon, gebruik van speciale gereedschappen, kostprijs wisselstukken ...) opzoeken die de kostprijs van de opdracht bepalen;
- Toepassingen in functie van de gekozen specialisatieoptie.

6.3 Kwaliteitsbeheersing (geïntegreerd te realiseren)

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- het eigen werk evalueren, erover rapporteren en bijsturen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 17 Hedendaagse inzichten op het vlak van kwaliteitsbeheersing toelichten.

LEERINHouden

- Demingcirkel

- | | |
|--|---|
| 18 Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden uitvoeringsfouten ontdekken en oplossingen formuleren. | <ul style="list-style-type: none"> • Uitvoeringsfouten • Suggesties tot bijsturen |
| 19 Op een correcte wijze meetgereedschappen in-, afstellen en meetopstellingen gebruiken en aflezen. | <ul style="list-style-type: none"> • Basismeetinstrumenten |
| 20 Rapporteren en interpreteren van de meetresultaten. | <ul style="list-style-type: none"> • Opgelegde kwaliteitseisen • Meten |
| 21 Maatregelen formuleren om het regelproces bij te sturen. | <ul style="list-style-type: none"> • Rapporteren • Interpretatie • Bijsturing |
| 22 Een storing analyseren en documenteren. | <ul style="list-style-type: none"> • Analyse van een storing <ul style="list-style-type: none"> – Fysische analyse van de storing – Randvoorwaarden van de storing – Relatie tot de vier M's (Mens, Machine, Materiaal, Methode) – Optimale voorwaarden – Stappenplan voor het onderzoek – Analyse van de resultaten – Oplossingen |

DIDACTISCHE WENKEN

- Het moet een attitude worden voor de leerling om resultaten te vergelijken met opgegeven criteria. Laat dit dan consequent doen. Dit moet vermijden dat er niet-meetbare eisen vooropgesteld worden.
- Bij het evalueren is het belangrijk dat individuele leerlingevoluties kunnen worden vastgesteld.
- Leer de leerling zichzelf en hun werk te evalueren.
- Zorg ervoor dat evaluaties dicht aansluiten bij de werkzaamheden waarmee de leerlingen echt bezig zijn. Enkel op die manier kan er aan remediëring worden gedaan.

7 Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: automatiserings- en regeltechnieken

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- fysische wetmatigheden toepassen,
- begrippen uit de statica en dynamica van vloeistoffen toelichten,
- automatiserings- en procestechnieken analyseren,
- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van regeltechnische componenten in een proces duiden,
- hydraulische en pneumatische kringen analyseren om deze regeltechnisch bij te stellen,
- de aandrijving van processen analyseren om aandrijfmotoren te schakelen en aan te sturen,
- een regelproces beveiligen,
- een regelproces analyseren om randapparatuur te kiezen,
- een regelproces analyseren om storingen te detecteren en te verhelpen,
- stuur- en controle-elementen bij een regelproces centraliseren,
- een data operationeel maken door analyseren en transfereren,
- een regelproces zelfstandig ontwerpen en uitvoeren,
- het totale automatiseringsproces documenteren door gegevens te selecteren en te structureren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

23 De begrippen mechaniseren, automatiseren, sturen en regelen, verklaren aan de hand van enkele duidende voorbeelden.

24 Het begrip druk verklaren.

25 De begrippen uit de hydrostatica en hydrodynamica toelichten.

LEERINHOUDEN

- Doel van de regeltechniek
- Soorten regelingen

- Druk
 - Absolute druk
 - Atmosferische druk
 - Onder en overdruk
 - Totale druk
 - Partiële druk
- Praktische en wetenschappelijke eenheden van druk

- Eigenschappen van een ideale vloeistof
- Hydrostatische druk
- Hydrodynamische druk
- Totale druk
- Wet van Pascal
- Wet van Castelli

- Wet van Bernoulli
 - Viscositeit
 - Stroming
 - Laminair
 - Turbulent
 - Reynoldsgetal
 - Leidingweerstand
 - Tabellen en grafieken
- 26 De factoren die de weerstand in een leiding beïnvloeden situeren.
- 27 Grafieken voor de bepaling van weerstand in leidingen toepassen.
- 28 De karakteristieke eigenschappen van pompen toelichten.
- Begrippen
 - Volumestroom
 - Opvoerhoogte
 - Vermogen
 - Rendement
 - Cavitatie
 - Temperatuuropnemers naar keuze:
 - Uitzetmethoden
 - Elektrische methoden (thermokoppel en pt100 en thermistoren)
 - Stralingsmethoden (U)
 - Druk- en verschildrukopnemers
 - Druksensor
 - Vloeistofniveausensor
 - Volume stroomsensor
 - Toerental- en positieensor
- 29 Temperatuursensor toelichten en conform de specificaties van de fabrikant monteren, aansluiten en testen op functionaliteit.
- 30 Druksensor toelichten en conform de specificaties van de fabrikant monteren, aansluiten en testen op functionaliteit.
- 31 De functie van sensoren toelichten en ze conform de specificaties van de fabrikant monteren, aansluiten en testen op functionaliteit.
- 32 De functie van de meetzender en meetvormer toelichten en conform de specificaties van de fabrikant aansluiten, de realisatie testen en karakteriserende metingen uitvoeren.
- 33 Defecten in een meetsysteem opsporen, rapporteren en verhelpen.
- 34 Het functioneel schema van de regelkring tekenen en verantwoorden.
- Opbouw van de regelkring
 - Nomenclatuur
- 35 De schematische voorstelling van een proces tekenen en verantwoorden.

- 36 Een proceskarakteristiek opnemen, analyseren en toelichten.
- Processen:
 - 0^{de} orde
 - 1^{ste} orde
 - Hogere-orde-processen (U)
 - Sinusrespons (U)
 - Statisch en dynamisch
 - Processen met dode tijd
 - Zelfregelend en niet-zelfregelend proces
- 37 De werking van de regelaars toelichten aan de hand van een staprespons.
- Aan/uit-regelaar
 - Zwevende regeling
 - P-regelaar
 - PI-regelaar
 - PID-regelaar
 - Serie, parallel en gecombineerde regelaars (U)
- 38 De vermelde parameters van regelaars toelichten.
- Parameters van de **Proportionele** - actie
 - Parameters van de **Integrerende** - actie
 - Parameters van de **Differentiatie** – actie
- 39 Het optimaliseren van een proces toelichten.
- Instelregels
 - Zelf-adaptieve regelaar
 - Autotuning PID regelaar (U)
 - Fuzzy logic regelaar (U)
- 40 Meervoudige regelkringen toelichten.
- Praktische toepassingen:
 - split-range-regeling
 - cascaderregeling
 - verhoudingsregeling
- 41 De functie en principewerking van de gebruikte kleppen in een proces toelichten.
- Regelklepkarakteristieken
 - K_v - factor
- 42 De gebruikte klepstandstellers van het proces bespreken.
- 43 De functie en principewerking van de toegepaste pomp in een proces toelichten.
- Debietspompen
 - Verdringingspomp
- 44 Een pompkarakteristieken en pompgrafiek opzoeken en toelichten.
- Pompkarakteristieken en grafieken
- 45 Het bedrijfspunt van een pomp bij gegeven omstandigheden bepalen.
- Druk-debiet diagramma
- 46 De bouw, werking en karakteristieke eigenschappen van de gebruikte compressoren in een proces toelichten.
- Meertrapscompressie
 - Drukverhoging
 - Rendementsverhoging

- | | | |
|----|---|--|
| 47 | De functie en onderlinge relatie van de onderdelen van een compressorinstallatie toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Luchtconditionering • Regeling van compressoren |
| 48 | De bouw, werking en karakteristieke eigenschappen van de gebruikte ventilator in een proces toelichten. | |
| 49 | De functie en onderlinge relatie van de onderdelen van een compressorinstallatie toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Regeling van ventilatoren |
| 50 | Het verschil tussen en de kenmerken van analoge en digitale signalen toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Standaardsignalen |
| 51 | De meest gangbare talstelsels benoemen en omzettingen tussen de talstels uitvoeren. | |
| 52 | De kenmerken en de toepassing van de meest gangbare digitale codes toelichten. | |
| 53 | Een waarheidstabel definiëren en opstellen uitgaande van een probleemstelling. | <ul style="list-style-type: none"> • Probleemomschrijving • In- en uitgangsvariabelen • Waarheidstabel • Tijdvolgordediagramma |
| 54 | Logische vergelijkingen opstellen uitgaande van een eenvoudige probleemstelling. | |
| 55 | Logische functies vereenvoudigen. | <ul style="list-style-type: none"> • Algebra van Boole • Karnaugh-Veith (U) |
| 56 | Eenvoudige combinatorische, logische schakelingen ontwerpen. | |
| 57 | De schaal van een gemeten of uit te sturen waarde aanpassen. | <ul style="list-style-type: none"> • Zero-span • Gain • Offset |
| 58 | Analoge ingangen en uitgangen herkennen, aansluiten, parametren en testen. | <ul style="list-style-type: none"> • AD-omzetting • DA-omzetting |
| 59 | Snelle telleringangen herkennen, aansluiten en testen. | |
| 60 | Pulsgever uitgangen herkennen, aansluiten en testen. | |
| 61 | In een bestaand programma wijzigingen aanbrengen. | <ul style="list-style-type: none"> • Doelgericht gebruik van de softwareomgeving • Helpfunctie van de softwareomgeving |
| 62 | In een project basisbouwstenen integreren, verantwoord en de invloed op het programma toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Geheugenfuncties: set/reset, D-FF • Flankdetectie • Timers en tellers |

- Laden en transfereren
 - Vergelijkingsinstructies
 - Reken-instructies
 - Real time clock
 - Toepassingen
- 63 Gestructureerde programma's voor een gegeven probleem ontwerpen.
- 64 Bestaande programma's analyseren op functionaliteit in de gangbare programmeertechnieken.
- 65 Met geprogrammeerde **combinatorische** logica een programma opstellen om met diverse contactoren een aantal actoren te bedienen.
- 66 Van een sequentieel probleem een functiediagram opstellen.
- 67 Ontwerp van een besturing vanuit de gegevens van het proces of de machine.
- 68 Een visualisatie van een bestaand proces realiseren.
- 69 Een aantal bussystemen herkennen en de eigenschappen toelichten.
- 70 Verschillende toestellen aansluiten en de communicatie configureren.
- 71 In een toepassing met een OpAmp de transfertfunctie toelichten.
- 72 Contactloze vermogensschakelingen t.o.v. contactoren kunnen duiden en toepassen.
- Adressering
 - Protocol
 - Frequentieregelaar
 - Lineaire toepassingen
 - Tijdsafhankelijke toepassingen
 - Integrator
 - Differentiator
 - Niet-lineaire toepassingen
 - Elektronische schakelaars
 - MOSFET - IGBT
 - SCR - triac - GTO
 - Galvanische scheiding
 - Scheidingstransformator
 - Opto-koppelaar
 - Schakelen van AC en DC
 - SSR
 - Periode sturing
 - Fase aansnijding
 - Remmodule

- | | |
|---|---|
| 73 De functie en principewerking van vermogenomzetters toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • AC-AC omzetters • AC-DC omzetters • DC-DC omzetters • DC-AC omzetters |
| 74 In functie van de belasting een elektrische aandrijfmotor kiezen en verantwoorden. | <ul style="list-style-type: none"> • Vermogen – koppel • Aanloopmethode • Snelheidsregelaar |
| 75 Een frequentieregelaar instellen voor een gegeven toepassing. | |
| 76 De voor- en nadelen van de verschillende motortypes opsommen en een overwogen keuze maken voor een gegeven toepassing. | <ul style="list-style-type: none"> • Asynchrone motor • Stappenmotoren <ul style="list-style-type: none"> – Permanent magneet stappenmotoren (PM) – Variabele Reluctantie stappenmotoren (VR) – Hybride stappenmotoren (HR) |
| 77 De elektrische aansluiting van stappenmotoren toelichten en de consequenties voor de sturing bespreken. | <ul style="list-style-type: none"> • Unipolaire stappenmotoren • Bipolaire stappenmotoren |
| 78 Verschillende stapsequenties toepassen? Het bekrachtingspatroon tekenen en hun specifieke eigenschappen toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Wave step bedrijf • Full step bedrijf • Half step bedrijf |
| 79 Een positioneringssysteem instellen en aansturen met/zonder terugkoppeling. | <ul style="list-style-type: none"> • Servosysteem • Stappenmotorsturing |
| 80 De principiële opbouw van een aandrijfsysteem aan de hand van een blokschema toelichten. | <ul style="list-style-type: none"> • Aandrijfsystemen |
| 81 Een servosysteem optimaliseren. | |
| 82 Het regelsysteem documenteren ten behoeve van de gebruiker. | <ul style="list-style-type: none"> • Gebruikershandleiding |
| 83 Het regelsysteem documenteren ten behoeve van onderhoud. | <ul style="list-style-type: none"> • Onderhoudshandleiding |

DIDACTISCHE WENKEN

- De SI-eenheid van druk is 1 Pascal. Andere eenheden mogen vermeld worden maar resultaten van oefeningen worden, naast de praktische eenheden, steeds in Pascal genoteerd.
- Gebruik sensoren in realistische opstellingen en projecten.
- Laat leerlingen zelfstandig fouten opsporen.
- Laat de leerlingen zelf mogelijke oplossingen suggereren.

- Het regelen van een proces veronderstelt inzicht in de werking van het proces. In enkele gevallen worden processen gebonden aan vigerende regelgeving. Zorg er voor dat leerlingen zich bewust zijn van hun bevoegdheden.
- Wijs op het verschil tussen de Engels/Amerikaanse norm en de Internationale norm (SI-eenhedenstelsel bij het bepalen van de regelklepcoëfficiënt)
- Streef naar toepassingsgerichte kennis en vaardigheden rond corrigerende organen. Het is geenszins de bedoeling de opbouw van de verschillende pompen, ventilatoren en compressoren uit te spitten.
- Deze doelstellingen vullen de doelen plc aan, coördinatie met de leerkracht plc is fundamenteel. Het verdient de aanbeveling bij nieuwe doelen en inhoud te refereren naar de implementatie van deze technologieën in een plc.
- Zorg voor een praktische benadering. Laat leerlingen zelfstandig de nodige informatie opzoeken en analyseren. Het analyseren van gegevens is één van de belangrijkste vaardigheden van een goed technicus.
- Zorg dat de leerlingen noties hebben van de gangbare programmeertechnieken (SFC, FBD, LAD, STL) maar laat hen programmeren met een techniek naar keuze.
- Sluit een potentiometer of een PT100 met omvormer aan op een analoge ingang en maak de meetwaarden zichtbaar.
- Vermijd in **alle** gevallen het ontwerpen van sequentiële sturingen voor combinatorische problemen, hierdoor ervaren de leerlingen het opstellen van een functiediagram als een moeilijke oplossing voor een eenvoudig probleem.
- Sluit de nodige I/O aan via een interne beveiliging om defecten te vermijden.
- Beperk het testen met simulator. Laat de leerlingen met reële actuatoren en sensoren werken.
- Bouw een realistische industriële sturing op waarbij OP/TP zich in verschillende locaties bevinden.
- Laat waar mogelijk de bediening gebeuren vanuit de OP/TP.
- Bespreek **minstens één bussysteem als basis**. Verwijs naar de andere systemen als uitbreiding.
- In industriële netwerken wordt steeds meer gebruik gemaakt van glasvezeltechnologie. Het geniet de aanbeveling de leerlingen minstens te leren glasvezelverbindingen te maken.
- Verwerk het bussysteem in een realistische industriële opstelling. Gebruik hierbij diverse sensoren en actoren.
- Maak een realistische opstelling van een master-master of een master-slave verbinding.
- Breng een bezoek aan een werkplaats of tractiestation van Trein/Tram/Metro.
- Deze doelen worden best geïntegreerd in de doelen programmeerbare logische controllers.
- Sta stil bij de regelprincipes: continu, periodesturing, fase aansnijding, frequentie, PWM ...
- Benader de OpAmp toepassingsgericht.
- Dimensioneer steeds de beveiligingscomponenten voor het motorvertrek alvorens de schakeling te bouwen.
- Maak gebruik van een plc om de motor met of zonder frequentieregelaar te sturen.
- Maak gebruik van verschillende frequentieregelaars.
- Verklaar het gebruik van afgeschermd motorbedrading.
- Laat de leerlingen een zo realistisch mogelijke opstelling maken met een synchrone motor
- De BLDC-motor wint aan belang in de industrie, zorg ervoor dat deze motor in de juiste context behandeld wordt. Het is een synchrone wisselstroommotor.
- Besteed wat aandacht aan de "sensorless drive's"
- Integreer stappenmotoren en hun drives in aangeboden projecten.
- Maak bij voorkeur gebruik van bipolaire hybride motoren.

- Werk indien mogelijk een volledige stappenmotorsturing uit, dit biedt de leerlingen de kans om gelijkenissen met andere motorsturingen te ontdekken en de desbetreffende leerstof te kaderen in een groter geheel.
- Vermijd het uitwerken van een translator met discrete componenten of beperk deze werkmethode dan tot enkelrichting, enkelfase sturing.
- Maak gebruik van verschillende sensoren zoals: optische, inductieve, capacitieve en snelheidsopnemers (tacho) ...
- Gebruik encoders (absoluut en incrementeel)
- Als de leerlingen onvoldoende voorkennis hebben, is het aangeraden het basisprincipe van sensoren nog eens uit te leggen.
- De belangrijkste punten van een incrementeel geveer nog eens uitleggen: principe, resolutie, kanalen, richting, detectie, referentiepunt, interface ...
- De belangrijkste punten van een absolute encoder nog eens uitleggen: principe, resolutie, referentiepunt, interface ...
- Om de werking van een absolute encoder aan te tonen kan bijvoorbeeld een windrichtingsindicator gebouwd worden met een resolutie van 8 stappen per omwenteling (3 bit).

7.1 Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: Pneumatische en hydraulische stuur- en vermogenkringen

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van hydraulische en pneumatische componenten in een automatiseringsproces duiden.
- een hydraulisch en pneumatisch automatiseringsproces ontwerpen en uitvoeren.
- hydraulische en pneumatische kringen analyseren om deze te onderhouden en regeltechnisch bij te stellen.
- een hydraulisch en pneumatisch automatiseringsproces analyseren om storingen te detecteren, te rapporteren en te verhelpen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|---|--|
| <p>84 De toepassingsgebieden van pneumatische en hydraulische stuur- en vermogenskringen toelichten.</p> <p>85 Het doel en de werking van een luchtconditioneereenheid in een pneumatische installatie toelichten.</p> <p>86 Pneumatische en elektropneumatische schema's lezen en toelichten.</p> <p>87 De functie en onderlinge relatie van de onderdelen van een elektro-pneumatische stuur- en regelkring toelichten.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Onderdelen van de conditioneereenheid <ul style="list-style-type: none"> – drukregelaar-reduceerventiel – olieniveelaar – waterafscheider • Pneumatische en elektropneumatische systemen <ul style="list-style-type: none"> – cilinders – ventielen – kleppen |
|---|--|

- | | | |
|----|---|--|
| 88 | Pneumatische en elektropneumatische systemen opbouwen, dimensioneren en testen op functionaliteit. | <ul style="list-style-type: none"> • Manipulatoren in twee dimensies • Manipulatoren in drie dimensies • Complexe manipulatoren |
| 89 | Hydraulische en hydropneumatische schema's lezen en toelichten. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Opbouw van een hydraulische kring • Onderdelen hydraulische en hydropneumatische systemen: <ul style="list-style-type: none"> – cilinders en motoren – ventielen – kleppen |
| 90 | De functie, werking en onderlinge relatie van de onderdelen van een hydraulische kring toelichten. (U) | <ul style="list-style-type: none"> – cilinders en motoren – ventielen – kleppen |
| 91 | De functie, werking en onderlinge relatie van de onderdelen van de hydraulische regelkring toelichten (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Regeling van de hydraulische installatie <ul style="list-style-type: none"> – Drukregeling – Debietregeling • Hydraulische regelventielen <ul style="list-style-type: none"> – I/P omvormers – I/Q omvormers • snelheidsregeling |
| 92 | Hydraulische systemen opbouwen, dimensioneren en testen op functionaliteit. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Manipulatoren in twee dimensies • Manipulatoren in drie dimensies • Complexe manipulatoren |

DIDACTISCHE WENKEN

- Elektropneumatica wint steeds vaker het pleit van de pneumatische systemen. Zorg voor de juiste klemtonen.
- Maak realistische opstellingen met elektropneumatische systemen in combinatie met een programmeerbare logische controller.
- Deze doelen en inhouden worden best geïntegreerd in de doelen en inhouden van de programmeerbare logische controllers.

7.2 Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het specifiek gedeelte: Digitale systemen en toegepaste informatica

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van de componenten in een digitaal systeem duiden.
- een digitale stuur- en automatiseringsinstallatie realiseren en configureren.
- in een bestaande installatie tekorten opsporen, ze rapporteren en een oplossing ervoor formuleren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|--|---|
| 93 De opbouw en de werking van een rudimentaire microprocessor toelichten. | <ul style="list-style-type: none">• Opbouw van een microprocessor<ul style="list-style-type: none">– ALU– Statusregister• Programmateller |
| 94 De elementaire werking en eigenschappen van I/O interfaces verklaren. | <ul style="list-style-type: none">• I/O vanuit het standpunt van de processor<ul style="list-style-type: none">– I/O adressen• I/O vanuit het standpunt van de gebruiker<ul style="list-style-type: none">– Signaalconditionering– Bufferen, clippen, galvanisch scheiden |
| 95 De functie, eigenschappen en het toepassingsgebied van enkele communicatie-interfaces toelichten. | <ul style="list-style-type: none">• Standaard interfaces<ul style="list-style-type: none">– Seriële poort– Parallele poort– USB (U) |
| 96 Industriële uitbreidingskaarten toelichten en gebruiken in een toepassing. | <ul style="list-style-type: none">• Industriële uitbreidingskaarten• Industriële data-acquisitie |
| 97 Een single-chip-microcomputer situeren t.o.v. andere programmeerbare systemen. | <ul style="list-style-type: none">• pc• plc• Microcontroller. |
| 98 De functie van de verschillende geheugensegmenten toelichten. | <ul style="list-style-type: none">• Programma geheugen<ul style="list-style-type: none">– ROM– FLASH– EEPROM• Gegevens geheugen<ul style="list-style-type: none">– Statische segmenten– Stack segment• Non-volatile |

- | | |
|--|---|
| 99 Een duidelijk en éénduidig algoritme formuleren. | <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschappen van algoritmen • Toepassingen <ul style="list-style-type: none"> – Verwisselen van gegevens – Sorteren van gegevens |
| 100 Een overzichtelijk en gestructureerd programma schrijven voor een éénvoudige toepassing met een microcontroller. | <ul style="list-style-type: none"> • Programmeertaal <ul style="list-style-type: none"> – Functies en procedures – Declaratie van variabelen – Lussen en sprongen – Enkelvoudige selectie – Meervoudige selectie |
| 101 Het mechanisme achter een interrupt toelichten en het gebruik ervan verantwoorden. | <ul style="list-style-type: none"> • Interrupts |
| 102 De specifieke periferie van een microcontroller instellen voor een éénvoudige toepassing. | <ul style="list-style-type: none"> • I/O Poorten • Tellers |
| 103 Begeleid zelfstandig een ontwerp voor een specifieke toepassing ontwerpen en bouwen. (U) | |
| 104 Een grafische programmeeromgeving in functie van een geautomatiseerd meetprotocol configureren. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Data acquisitie (DAQ) <ul style="list-style-type: none"> – samplefrequentie – criterium van Nyquist |
| 105 Een grafische gebruikersinterface opbouwen voor de bewerking en weergave van de vergaarde data. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Grafische gebruikersinterface • Grafische programmeeromgeving • Interface op maat van een bestaand instrument |
| 106 De verschillende datatypes gepast toepassen in een programma voor de verwerking van vergaarde data. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Datatypes; • Reeksen en clusters |
| 107 Programmastructuren doordacht gebruiken in een programma voor de verwerking van vergaarde gegevens. | <ul style="list-style-type: none"> • |
| 108 Een geautomatiseerd meetprotocol programmeren. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Geautomatiseerd meetsysteem <ul style="list-style-type: none"> – datalogger – interface op maat van een meettoestel • Interface op maat van een meettoestel |
| 109 Een geautomatiseerd meetsysteem koppelen aan een gestandaardiseerd netwerk. (U) | <ul style="list-style-type: none"> • Geautomatiseerde meetsystemen in een netwerkomgeving |

DIDACTISCHE WENKEN

- Vergelijk het proceduregericht karakter van een microcontroller programma met de programma-afloop van een plc. Duid op de belangrijkste verschillen.

- Zorg voor een praktische benadering. Laat leerlingen zelfstandig de nodige informatie opzoeken en analyseren. Het analyseren van gegevens is één van de belangrijkste vaardigheden van een goed technicus.
- Maak gebruik van een goedkope populaire microcontroller met flink wat geïntegreerde periferie. Je vindt op het internet flink wat informatie. Maak bij voorkeur gebruik van gestandaardiseerde hogere programmeertalen met een hoge transferwaarde ('C'). Vertrekken vanuit een grafisch georiënteerde programmeertaal is daarbij drempelverlagend.
- Zorg voor kleine projecten die de leerlingen volledig zelfstandig kunnen uitvoeren.
- Zorg voor een praktische benadering. In de praktijk zullen onze leerlingen hoofdzakelijk geconfronteerd worden met vrij eenvoudige geautomatiseerde meetsystemen.
- Vermijd deze doelen als een geïsoleerd item te behandelen. De integratie ervan in één of meerdere projecten is aanbevolen.

8 Uitbreidingsdoelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken voor het complementair deel

8.1 Robotica (U)

UITBREIDINGSDOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- de opbouw, werking, functie en onderlinge relatie van de componenten van een robotsysteem duiden.
- een automatiseringsrobot configureren.
- in een bestaande robotinstallatie tekorten opsporen, ze rapporteren en een oplossing ervoor formuleren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

110 Robots classificeren in functie van hun kenmerkende eigenschappen.

111 De onderdelen van een robot benoemen.

112 De principiële werking van de aandrijfsystemen toelichten.

113 Een robot gebruiksklaar maken.

114 Storingen lokaliseren in een robotcontroller.

115 Een robot programmeren voor een gegeven toepassing.

LEERINHOUDEN

- Vrijheidsgraden
 - soorten
 - aantal
- Reikwijdte
- Flensbelasting
- Onderdelen (bouwgroepen) van een robot
 - basis
 - pols
 - effector
- Aandrijving
 - motor
 - encoder, resolver
 - overbrenging
- Procedures voor
 - opstarten
 - uitschakelen
 - kalibreren van de assen
- Basic controller
- Motion controller
- Bedieningsorganen van een robot
 - klavier
 - *teach* pendant
 - nood pendant
 - ROBCAD simulators

- Programmeren van een robot
 - een punt tussenvoegen
 - een punt wijzigen
 - een punt verwijderen
- 116 Meetsystemen op een robot monteren, aansluiten en testen in functie van een gegeven toepassing.

- Sensoren
 - aanraaksensoren
 - camerameetsystemen

DIDACTISCHE WENKEN

- Een geïsoleerde opstelling met een robot(je) is niet wenselijk. Zorg voor een duidelijke integratie van een robot in een gestuurd proces.

8.2 Industriële analysetechnieken (U)

UITBREIDINGSDOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- zich inschakelen in een bedrijfsvoering die op industriële analysetechnieken is gesteund.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

117 De technieken in verband met de meting, de voorstelling en de analyse toelichten. (U)

118 Het ISO-kwaliteitssysteem toelichten. (U)

119 De ISO norm hertalen naar een gekende organisatie. (U)

LEERINHOUDEN

- Meettechnieken
- Voorstellingstechnieken
- Analysetechnieken
- Kwaliteitssysteem:
 - wat
 - voor- en nadelen
 - waarom een kwaliteitssysteem in een organisatie
- Overzicht van de ISO-normen
- ISO-ruimer
 - wetgeving
 - milieuzorg
 - VCA
- Toepassingen
 - algemeen
 - in functie van de stage
- ISO-norm
 - interne audit
 - opvolging van procedures

120 Een gepast onderhoudsplan opstellen. (U)

- flowcharts
- nieuwe procedures
- Zeven fundamentele vragen bij het onderhoudsplan:
 - functies en prestatienormen
 - functionele storingen
 - storingsoorzaken
 - storingseffecten
 - preventieve maatregelen
 - terugvaltaken

DIDACTISCHE WENKEN

- Elk van de '4M's' speelt een rol in een storing. Leer de leerlingen op een gepaste wijze de rol van elke 'M' in de storing in kaart te brengen. Verlies daarbij het relationele niet uit het oog.
- Zorg voor een praktische benadering. Oefeningen op de doelen en inhouden industriële analyse kunnen kaderen in een geïntegreerde proef.
- Voor tal van de in andere vormingsclusters uitgewerkte projecten kunnen de leerlingen onderhoudsplan op maat opstellen.

9 Stages

ALGEMENE DOELSTELLING

De leerling kan zich inschakelen in een bedrijfsspecifieke organisatie en situatie.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

121 Contacten leggen, communiceren en afspraken maken.

122 Met de bedrijfscultuur en –organisatie van een bedrijf kennismaken.

123 De eisen die de bedrijven aan de werknemers stellen zelf ervaren.

124 De wijze waarop in een bedrijfscontext aspecten van preventie en welzijn worden behartigd en richtlijnen worden verstrekt ervaren en deze richtlijnen naleven.

125 De noodzaak van de kennis van basisveiligheid op de bedrijfsvloer ervaren.

126 Met werkgevers en werknemers leren samenwerken.

127 De in de school verworven competenties in een reële arbeidssituatie toepassen.

128 Met competenties die slechts in een bedrijfscontext kunnen worden verworven, kennismaken.

129 Zich in een methodisch en procesmatige werking van een bedrijf inpassen.

LEERINHOUDEN

- Contact met leden van het productieteam
 - solliciteren (U)
 - contractuele afspraken
 - werkuren
 - verplaatsing
 - veiligheid en kledij
- Bedrijfscultuur
- Bedrijfsorganisatie
- Gestelde eisen aan werknemers
 - arbeidsritme
 - rendement en efficiëntie
 - naleven van de bedrijfsrichtlijnen en voorschriften
 - flexibiliteit
- Preventie en Welzijnsrichtlijnen
- Teamwerk
- Specifieke bedrijfscompetenties
- Methodische en procesmatige werking van het bedrijf

DIDACTISCHE WENKEN

- Stuur liefst niet meer dan één leerling naar een bedrijf.
- Breng regelmatig een stagebezoek. Eén stagebezoek door de vakleraar per week per leerling is een minimum.
- Maak duidelijke afspraken met de stagebedrijven vóór de leerling op stage gaat.
- Het organiseren van contactavonden tussen bedrijven, stagiairs en school kunnen een belangrijke bijdrage leveren om de kwaliteit van de stages te verbeteren.
- Na de stage is een grondige evaluatie van de stagebedrijven op gebied van begeleiding, veiligheid, aangebrachte meerwaarde ... aangewezen.

- Zorg ervoor dat er goede afspraken worden gemaakt met de wijze waarop de leerling in het stagebedrijf wordt begeleid. Zorg ervoor dat de leraar de kans krijgt om met deze werknemer te communiceren over het functioneren van de leerling.
- Bespreek de evaluatie van de stage met de leerlingen in de klas en laat de leerlingen hun ervaringen uitwisselen.
- Geef de leerlingen voldoende instructies in verband met het naleven van de veiligheidsrichtlijnen vooraleer ze op stage gaan.

10 Minimale materiële vereisten

10.1 Algemeen

De realisatie van de leerdoelen veronderstelt een goed uitgerust vaklokaal waar theorie, proefondervindelijk waarnemen en projectgebonden realisaties naast elkaar kunnen behandeld worden. Het spreekt voor zich dat dit lokaal is ingericht in functie van het gebruik van de moderne media. De leerkracht kan bij voorkeur beschikken over een vaste opstelling met projectiesysteem om nieuwe leerstofonderdelen interactief te verduidelijken.

Het is raadzaam om een roulatiesysteem tot stand te brengen om verouderde apparatuur op regelmatige wijze te vervangen door nieuwere technologieën.

Onderstaande lijst moet beschouwd worden als een niet limitatieve lijst. Lerarenteams zullen op basis van hun pedagogisch-didactische aanpak en de behandelde projecten deze lijst continu bijsturen.

10.2 Klassikaal

- Een geheugenoscilloscoop
- Een LF-generator (eventueel met digitale aflezing)
- Een regelbare gestabiliseerde voeding
- Een scheidingstransformator
- Pc's + (W)LAN + WAN
- Technische documentatie
- Kleine industriële robot (U)

10.3 Per leerling of per meetgroep

- Een universeel plug-in-systeem met componenten voor de diverse metingen
- Digitale multimeter(s)
- Een oscilloscoop
- Een LF-generator
- Een regelbare voeding
- Pc met simulatie, EDA- en CAE-software, plc-software (IDE + simulatie), Microcontroller software (IDE + simulatie), Bureausoftware
- Microcontroller ontwikkelsysteem

10.4 Projectgebonden

- Plc's
- Analoge ingangskaat(en)
- Analoge uitgangskaat(en)
- Snelle telleringang(en)

- Snelle uitgangskaat voor stappenmotorsturing(en)
- Businterfaces (ASi, Profibus, Ethernet naar keuze)
- Frequentieregelaar(s)
- Frequentieregelaar(s) met businterface
- Softstarter
- Servosysteem
- Elektropneumatische componenten
- Supervisiesysteem(en)
- Veiligheidsmodules tot categorie 4
- Diverse sensoren en limietschakelaars
- Verscheidene motoren met mechanische belasting en bijhorende beveiliging
- Autotuning PID regelaar(s)
- Diverse (schaal)modellen van industriële processen

11 Nuttige adressen

Agoria Vlaanderen

Diamantbuilding
Reyerslaan 80
B 1030 Brussel
Website: <http://www.agoria.be/>

Fechiplast

Marie-Louizasquare 49
B 1000 Brussel

BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie)

Brabançonnelaan 29
1040 BRUSSEL
Tel.: 02 520 22 33
Website: <http://www.bin.be/NL/index.htm>
E-mail: webmaster@ibn.be

DBO (Dienst voor Beroepsopleidingen)

Koningsstraat 93 bus 3
1000 BRUSSEL
Tel.: 02 227 14 11
Fax: 02 227 14 00
Website: <http://www.ond.vlaanderen.be/dbo/>
E-mail: DBO@Vlaanderen.be

KVIV (Koninklijke Vlaamse Ingenieurs Vereniging)

Desguinlei 214
2018 ANTWERPEN
Tel.: 03 216 09 96
E-mail: critto@ti.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

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>

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.: 053 72 64 45
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>

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>

WTCM (Wetenschappelijk en Technisch Centrum van de Metaalverwerkende nijverheid)

Celestijnenlaan 300C
3030 Heverlee

CDA Benelux

Ravensteingalerij 28
1000 Brussel
Tel.: 02 5120028

KVBG (Koninklijke Vereniging van Belgische Gasvaklieden)

Rodestraat 125
1630 Linkebeek

Cedicol (Voorlichtingscentrum voor vloeibare brandstoffen)

Dauwstraat 12
1070 Brussel
Tel.: 02 558 52 20
e-mail: info@cedicol.be

FVB (Fonds voor Vakopleiding in de Bouwnijverheid)

Koningsstraat 45 bus 4
1000 BRUSSEL
Tel. 02 210 03 33
E-mail: info@fvbffc.be
Website: <http://www.fvbffc.be/>

ARAB (Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming)

Ministerie van tewerkstelling en arbeid
Beliardstraat 34 bus 38
1040 Brussel
Tel.: 02 233 44 44

AREI (Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties)

CNO (Centrum Nascholing Onderwijs)

Prinsstraat 13
2000 Antwerpen
Tel.: 03 220 46 91

LBIS (Landsbond der Patroonsverenigingen voor Installateurs van Sanitaire instellingen en gasverwarming)

Willemstraat 14/16 bus 0207
1040 Brussel
Tel.: 02 230 65 65

UBIC (Unie Belgische Installateurs Centrale verwarming)

Brognezstraat 41
1070 Brussel
Tel.: 02 520 73 00

BVPG

Parochianenstraat 9
1000 Brussel

VMW (Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening)

Beliardstraat 73
1040 Brussel
Tel.: 02 238 94 11

VMM

Postbus 53
9320 Erembodegem

12 Bibliografie

BELMANS, J., Hydraulische en elektrohydraulische technieken. Standaard Educatieve Uitgeverij, Belgiëlei 147a, 2018 Antwerpen.

BELMANS, J., Pneumatische en elektropneumatische technieken. Standaard Educatieve Uitgeverij, Belgiëlei 147a, 2018 Antwerpen.

BREIMER, I.J., Procesautomatisering: Deel 1 Grondslagen meet- en regeltechniek - Deel 2 Regel theorieën en regelkringen. Wolters-Noordhoff bv, Damspoor 157, 9728 PS Groningen.

ELANTS, J.P. e.a., Elektrotechnische installaties ...

Deel 1 Van theorie naar praktische uitvoering

Deel 2 Ontwerpen

Deel 3 Toepassen

Wolters-Noordhoff bv, Damspoor 157, 9728 PS Groningen.

HAY, J., Regeltechniek 1. Die Keure, Oude Gentweg, 8000 Brugge.

LATJES, J.F.M., Serie Schakel- en regeltechniek: Deel 1 Inleiding tot de stuur- en regeltechniek - Deel 2 Oplossingen voor het regelen en sturen van processen. Nijgh & Van Ditmar Educatief, Postbus 3075, 2280 GB Rijswijk.

MARIEN, H., PLC - Programmeerbare Logische Sturingen dl 1. Die Keure, Oude Gentweg, 8000 Brugge.

MARTONAIR, Pneumatische Automatisatie. Norgren Martonair, Driebomenstraat 62, 1180 Brussel.

Ouwehand, J., Pneum., elektr. en log. besturingstechniek en softwaretechniek dl 1 - PLC-techniek dl 2. Nijgh & Van Ditmar Educatief, Postbus 3075, 2280 GB Rijswijk.

Ouwehand, J., Serie besturingstechniek en automatiseringstechniek

Deel 1 Pneumatische, elektrische en logische besturingstechniek en softwaretechniek

Deel 2 PLC-techniek

Nijgh & Van Ditmar Educatief, Postbus 3075, 2280 GB Rijswijk.

RIJSBERMAN, Regeltechniek. H.P.M. Speec.

ROELOFS, J., Serie Meettechniek - Deel 1 Analoge meetapparatuur en meetschakelingen. Nijgh & Van Ditmar Educatief, Postbus 3075, 2280 GB Rijswijk.

SICK, Optoelectronic sensors. AG & CO D-8910 Landsberg/Lech, box 1751, Germany.

TACK, L., Oplossen van pneumatische automatiseringsproblemen. Cursus, VTI Roeselare.

VAN DE KAMP, W., Niveaumeettechniek in theorie en praktijk. Endress en Hauser bv, postbus 5102, 1410 AC Naarden, Nederland.

VANDE VELDE, G., Analyse van Machinesystemen. Plantijn Santvoortbeeklaan 21-23, 2100 Deurne.

VVKSO-VKW,

- Begrippen en theoretische achtergronden van de stuur- en regeltechniek.
- Sensoren en elektronische, analoge en digitale regelaars.
- Regelorganen.

VVKSO, Guimardstraat 1, 1040 Brusel.

DEVOS, R., EERLINGEN, K., Inleiding tot de Industriële Elektronica. De Sikkel, Malle.

KNOL, H., Serie Elektrische energie-omzetting, Deel 4 Vermogenselektronica, Nijgh & Van Ditmar Educatief, Postbus 3075, 2280 GB Rijswijk.

OP t'ROODT, M.A.J., Elektrische Machines deel 3. Van In, Grote Markt 39, 2500 Lier.

POLLEFLIET, J., Van Elektronische Vermogencontrole tot Aandrijftechniek. Uitgeverij Nevelland.

POLLEFLIET, J., Vermogenselektronica. Die Keure, Oude Gentweg, 8000 Brugge.

STANDAERT, K., VAN DER BORGHT, F., Gedifferentieerd leerpakket elektriciteit

3b Aandrijftechniek, Standaard Educatieve Uitgeverij, Belgiëlei 147a, 2018 Antwerpen.

Technische documentatie van onderstaande producenten:

- BOSCH: kleine DC motoren
- HITACHI, DANFOSS, LENZE: Frequentieregelaars
- ESCAP VIA TELEREX NV: Stappenmotoren, Bisschoppenhoflaan 255, 2100 Antwerpen.
- BAUER: Stappenmotoren
- CROUZET: Kleine synchrone motoren.

BOLTEN, A.W.G., Serie Digitaal besturen

Deel 1 en 2 Pneumatiek

Deel 3 Hydrauliek

Wolters-Noordhoff bv, Damspoort 157, 9728 PS Groningen.

CUPPENS, J., Digitale technieken - 1 a/b Combinatorische en sequentiële logica. Die Keure, Oude Gentweg, 8000 Brugge.

LEENE, B. e.a.,

Serie Digitale technieken

Deel 1 Talstelsels en binaire codes

Deel 2 Elementaire logische functies

Deel 3 Combinatorische schakelingen

Deel 4 Sequentiële schakelingen

Deel 5 Geheugenschakelingen

Deel 6 DA/AD-omzetters en opnemers

Deel 7 Inleiding computers en microprocessors

Digitale technieken voor het mto

Deel 1 Schakelalgebra/combinatorische schakelingen

Deel 2 Combinatorische/sequentiële schakelingen

Deel 3 AD/DA-conversie/inleiding computers en microprocessors

Serie Digitale ontwerptechniek

Deel 1 Totaal digitaal

Deel 2 Programmeerbare logica.

Wolters-Noordhoff bv, Damspoort 157, 9728 PS Groningen.