

Wetenschappelijke coördinatie:

Prof. dr. ir. E. Noldus,
Vakgroep Regeltechniek en
Automatisering, RUG
Instituut voor Permanente Vorming - FTW



Vorbereidende sessies

Wiskunde: 10 januari 2000
Regeltechniek: 11 januari 2000
Matlab softwarepakket: 13 januari 2000

Module 1

20 en 27 januari 2000
3 en 24 februari 2000
2, 16 en 23 maart 2000

Module 2

27 april 2000
4, 11, 18 en 25 mei 2000
8 en 15 juni 2000

Postacademische opleiding



Foto ABB Automation

Met gratis gebruik van Matlab
software (educatieve licentie)

Theorie, demo's en praktische oefeningen
in elke module.
Oefeningen hands- on op PC in de leszaal.

Moderne Regel- en Automatiseringstechnieken

Een praktijkgerichte postacademische opleiding voor gebruikers
en ontwerpers van regel- en automatiseringssystemen.



Het Instituut voor Permanente Vorming

Het Instituut voor Permanente Vorming van de Faculteit Toegepaste Wetenschappen (IVPV-FTW) van de Universiteit Gent berust op een continu samenwerkingsverband tussen deze faculteit en de bedrijfswereid. De hoeksteen van zijn vormingsprogramma's is de overdracht van basiskennis en bedrijfspraktische know-how, ten einde de deelnemers in staat te stellen technologische vernieuwingen in hun omgeving toe te passen.

Prof. dr. ir. Luc Boullart Dr. ir. Erik Dejonghe
Directeur Voorzitter Stuurgroep

Vormende waarde

Na deze lessenreeks zal de cursist over het nodige inzicht beschikken om, al naargelang het voorliggend regelprobleem en de beschikbare gegevens, te beslissen welke de goede methode is om een automatisch regelsysteem te ontwerpen. Hij zal ervaring hebben met commerciële softwarepakketten voor identificatie, modellering en regeling. Tevens zal hij zich een beeld kunnen vormen over de principes die aan de basis liggen van moderne regel- en automatiseringstechnieken en van de op de markt beschikbare computerpakketten.

Prof. dr. ir. E. Noldus
Vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

Doelpubliek

De cursus is gericht tot iedereen die in de bedrijfswereid, de wetenschappelijke instellingen of het onderwijs in aanraking komt met de theorie en de praktische aanwending van ontwerpmethoden in de regeltechniek en de automatisering. De cursus is toegankelijk voor elke belangstellende die door zijn opleiding of beroepservaring de grondbeginselen van de klassieke regeltechniek beheerst. Voorafgaand aan de eigenlijke cursus worden drie inleidende sessies ingericht die de vereiste voorkennis op de gebieden van wiskunde, regeltechniek en het gebruik van software bijbrengen. Naargelang zijn interesseprofiel en voorkennis kan de cursist, naar keuze, modules of onderdelen ervan volgen, al dan niet met inbegrip van de inleidende sessies.

Waarom dit programma?

Deze lessencyclus heeft tot doel een praktisch inzicht bij te brengen in de ontwerpprincipes en de werking van moderne regel- en stuursystemen die in de productieprocessen van uiteenlopende industrietakken kunnen worden aangewend. Een veel voorkomende opgave in de technische realiteit bestaat erin dat processen moeten gestuurd worden waarvan het dynamisch gedrag niet goed gekend is of waarvan de dynamica in de loop van de tijd kan veranderen ten gevolge van slijtage, vervuiling, wijzigende omgevingsfactoren of uitbatingsvoorwaarden.

In principe bestaan er twee methodes om deze problematiek te benaderen:

- Er wordt beroep gedaan op een robuust stuursysteem dat, zonder de dynamica van het bestuurde proces nauwkeurig te kennen, dit proces ongevoelig maakt aan ruime klassen van storingen en de uitgangsveranderlijken ruime klassen van referentiesignalen laat opvolgen zonder permanente fout.
- Er wordt een stuursysteem gebruikt dat, uitgaande van opgemeten processignalen, de dynamica van het proces zelf modelleert en het resultaat in een modelgebaseerde stuurstrategie aanwendt.

In de **eerste module** van deze lessenreeks zullen beide benaderingen besproken worden. Er wordt een gevoel meegegeven voor de typische applicatie-omeinen via voorbeelden van industriële toepassingen, voor de werkingsprincipes van de beschikbare softwarepakketten en de automatische afstelmethoden van de op de markt aangeboden toestellen voor PID-regeling.

De **tweede module** heeft tot doel de mogelijkheden van een aantal nieuwe technieken te illustreren:

- Er wordt een overzicht gegeven van de verschillende types van neurale netwerkstructuren, elk met hun specifieke leerregels en hun aanwendingsmogelijkheden in de wereld van automatisering en controle.
- De rol van vaagverzamelingen en vaaglogica wordt uitgediept bij de vertaling van ervaring en kennis van operatoren en ontwerpers naar kennisregels voor besturing en besliskunde. Deze techniek speelt in op nieuwe tendensen waarbij moderne procesregeling en productiemethoden steeds meer worden bepaald door flexibiliteit ten aanzien van productiehoeveelheid, kwaliteit van het product, samenstelling van de producten etc.
- De cursist krijgt een inleiding tot evolutionaire en zelflerende regelmethodes. Evolutionaire methoden doen beroep op genetische algoritmen. Dit zijn parameteroptimalisatiemethodes gebaseerd op Darwinistische principes waarbij een populatie overleeft door te streven naar maximale fitheid. Zelflerende zgn. 'classifier systemen' zijn leersystemen waarbij regels op een automatische wijze in interactie met het proces worden gegenereerd.
- De module sluit af met een inleiding tot de optimale regeling waarbij men een systeem wenst te stabiliseren en terzelfdertijd een performantie criterium maximaliseert. Er wordt getoond dat de bekomen regelstrategie robuust is in de aanwezigheid van storingen, wanneer een beperkt aantal veranderlijken gemeten wordt met het oog op terugkoppeling of bij onvolledige informatie.

Het programma van deze opleiding kwam tot stand in overleg met, en met de medewerking van de firma's Barco Graphics, Electrabel, Picanol, Sidmar en van het Belgisch Instituut voor Regeltechniek en Automatisering.

Vorbereidende sessie Wiskunde

Hierin worden enkele basisbegrippen uit de analyse en de lineaire algebra herhaald: afgeleide, gradient, Jacobiaan, vectorrekening, matrices, determinanten, eigenwaarden, kwadratische vormen.

Datum: 10 januari 2000

Lesgever: Prof. F. Brackx (RUG)

Vorbereidende sessie Regeltechniek

Deze sessie behandelt de beginselen van de lineaire systeemdynamica en de lineaire regeltechniek voor tijdscontinue en tijdsdiscrete systemen: overdrachtsfunctie, polen, nulpunten, karakteristieke veelterm, systeemtoestand, grondeigenschappen van lineaire terugkoppelsystemen, stuurbaarheid, waarneembaarheid, compensator, frequentieresponsie, Bodekarakteristiek, Nyquistkromme, winstmarge, fasemarge, PID-algoritme.

Datum: 11 januari 2000

Lesgever: Prof. M. Locuffier (RUG)

Vorbereidende sessie Matlab

In de voorbereidende sessie Matlab worden de basisprincipes van de Matlab software uiteengezet. Deze software zal veelvuldig worden gebruikt tijdens de oefeningen. Deze sessie heeft tot doel de student te onderrichten in een aantal basisvaardigheden die nodig zijn om de oefeningen vlot en efficiënt te laten verlopen.

Datum: 13 januari 2000

Lesgevers: dr. ir. F. Declercq (Sidmar NV), ir. J. De Beule (RUG), ir. L. Luyckx (RUG)

Module 1:

Robuuste, zelfafstellende en predictieve stuursystemen

Deze module behandelt de regeling en besturing van technische processen met onzekere of met de tijd veranderende dynamica.

We onderzoeken eerst de invloed van terugkoppeling op de ligging van de polen en de nulpunten van een overdrachtsfunctie. We bespreken de poolplaatsingstechniek d.m.v. statische toestandsterugkoppeling, het ontwerp van P-I-regelaars en, steunend op het robuust inwendig-model principe, het ontwerp van robuuste servosystemen met stooronderdrukking en referentiesignaalopvolging.

Vervolgens komen de identificatietechnieken aan bod. We behandelen niet-parametrische en parametrische identificatietechnieken, de identificatie van niet-lineaire modellen en de praktische aspecten van de systeemidentificatie.

Verdere sessies bespreken de principes, methoden en algoritmen voor het automatisch afstellen van P-I-D-regelaars m.i.v. voorgeprogrammeerde adaptatie (gain-scheduling) en de synthese van modelgebaseerde predictieve stuursystemen. In de oefeningensessies en in de voorbeelden wordt ruime aandacht besteed aan de industriële impact en resultaten van de besproken technieken en aan het marktoverzicht van de commercieel beschikbare apparatuur en software-tools. In de oefeningen worden voorbeelden van industriële toepassingen uitgewerkt, aangevuld met computersimulaties en laboratoriumprocessen.

Module 1-1 Robuuste lineaire stuursystemen

In deze sessie wordt aangeleerd hoe een stuursysteem kan worden ontworpen voor een proces waarvan de dynamica niet goed gekend is, of waarvan de dynamica in de loop van de tijd kan veranderen. Tevens worden een aantal basisbegrippen ingevoerd die nuttig zijn voor het vervolg van de cursus.

Datum: 20 januari 2000

Lesgever: Prof. E. Noldus (RUG)

Module 1-2: Identificatie van systemen

In deze sessie worden computergebaseerde technieken aangeleerd voor het modelleren van dynamische processen. In de praktijk worden deze modellen meestal gebruikt voor het simuleren van het gedrag van het proces m.b.v. een computer en voor het ontwerpen van modelgebaseerde regelstrategieën.

Basisprincipes van een procesmodellering

- Overzicht van verschillende types van procesmodellen
- Opgemeten ingangs- en uitgangssignalen
- Modelvalidatie

Identificatie van lineaire processen

- niet-parametrische identificatie
- parametrische identificatie
- recursieve parametrische identificatie

Identificatie van niet-lineaire processen

- parametrische identificatie: de voorspellingsfout methode

In de hands-on training worden een tweetal verschillende identificatiemethodes toegepast op meetgegevens afkomstig van 2 totaal verschillende industriële processen. Dit heeft tot doel de volledige iteratieve modelleringsprocedure eens te doorlopen en de Matlab software-tool te leren gebruiken.

Data: theorie: 27 januari 2000

Oefeningen: 3 februari 2000

Lesgever: dr. ir. F. Declercq (Sidmar NV)

Module 1-3: Autotuning van PID regelaars

Het doel van deze sessie is het aanleren van de belangrijkste methoden voor het automatisch afstellen van PID regelaars en een inzicht te verkrijgen in de werkingsprincipes van de op de markt beschikbare toestellen.

- automatisch afstellen van PID-regelaars: principes en algoritmen
- voorgeprogrammeerde adaptatie (gain-scheduling)
- demo's/hands-on training van autotuning: een tweetal autotuning methodes worden geïllustreerd op eenzelfde computergesimuleerd proces.

Data: theorie, demo's en oefeningen: 24 februari en 2 maart 2000

Lesgever: Prof. R. De Keyser (RUG)

Module 1-4: Voorspellende Regeling (MBPC - Model Based Predictive Control)

De doelstelling van deze sessie is het aanleren van de belangrijkste concepten van MBPC en de detailstudie van een MBPC algoritme. Een gevoel krijgen voor de typische applicatiedomeinen via voorbeelden van industriële toepassingen. Een inzicht krijgen in de werkingsprincipes van de op de markt beschikbare toestellen en pakketten.

- modelgebaseerd voorspellend regelen
- uitbreiding tot MIMO (Multi Input Multi Output systemen)
- industriële impact
- voorbeelden van industriële toepassingen
- demo's/hands-on training van voorspellende regeling: een tweetal MBPC-ontwerpen worden geïllustreerd op computergesimuleerde labprocessen, naast de klassieke PID-regeling.

Data: theorie, demo's en oefeningen: 16 en 23 maart 2000

Lesgever: Prof. R. De Keyser (RUG)

Module 2:

Gevorderde technieken en recente ontwikkelingen

In deze module worden een aantal nieuwe mogelijkheden en gevorderde technieken van computerbesturing en computergestuurd ontwerp besproken. Vooreerst behandelen we de aanwending van neurale netwerken in de regeltechniek, met voorbeelden van succesvolle toepassingen en een demo- en oefensessie met de Matlab toolbox.

Vervolgens stappen we over naar de techniek van vaagmodellering en vaagregeling. We overlopen de modelvorming en regeling in vergelijking met klassieke P-I-D-regelaars, met toepassingen, gevallenstudies en hands-on experimenten m.b.v. Matlab.

Verdere sessies handelen over de basisprincipes van genetische algoritmen en zelflerende classificatie-systemen. Ook hier worden meerdere illustratieve toepassingen en voorbeelden op industriële productieprocessen voorzien. Deze module sluit af met een sessie over ontwerpprocedure's voor optimale regelsystemen.

Module 2-1: Neurale netwerken en controle

Dit onderdeel heeft tot doel de nieuwe mogelijkheden van neurale netwerken te illustreren voor automatisering. M.b.v. een uitgebreid overzicht wordt een eerste idee gegeven van de verschillende neurale netwerkstructuren elk met hun specifieke leerregels. De methodiek van neurale netwerken wordt aan de hand van voorbeelden uit de wereld van automatisatie en controle geïllustreerd.

- Basiskennmerken van neurale netwerken: verschillende architecturen, leerregels, gesuperviseerde en ongesuperviseerde training
- Voordelen en beperkingen van neurale netwerken, vergelijking met het menselijk brein en met digitale computers
- Methodologieën voor het toepassen van neurale netwerken in automatisering en regeling
- Een overzicht van succesvolle toepassingen in automatisering en controle
- Demo- en oefensessie met Matlab toolbox neural networks

Data: theorie, demo's en oefeningen: 27 april en 4 mei 2000

Lesgevers: Prof. J. Vandewalle, Dr. J. Suykens (K.U.Leuven)

Module 2-2: Evolutionaire en lerende methodes

Genetische algoritmen

De doelstelling van deze les is de cursist vertrouwd te maken met de basisprincipes van genetische algoritmen, hun gebruik te illustreren in een aantal toepassingen en hem via hands-on oefeningen de 'look and feel' van de methode bij te brengen.

Zelflerende 'classifier systemen'

Deze techniek maakt deel uit van het zogenaamde 'genetisch gebaseerd machineleren' waarbij gebruik wordt gemaakt van een genetisch algoritme bij het zoeken naar een optimale regelset. De doelstelling van deze les is de cursist een inleiding te geven tot zelflerende classifier systemen, evenals een industriële toepassing te beschouwen waarbij een regelset dient te worden opgebouwd.

Data: theorie: 11 mei 2000

Oefeningen: 18 mei 2000

Lesgevers: Prof. L. Boullart (RUG), dr. S. Sette (RUG)

Module 2-3: Vage Modelvorming en Regeling

Moderne procesregeling en productiemethoden worden steeds meer bepaald door flexibiliteit ten aanzien van de productiehoeveelheid, kwaliteit van het product, samenstelling van de producten, etc. Het doel van de cursusbijdrage is de cursist vertrouwd te maken met de basisprincipes van vaagverzamelingen en vaaglogica en het gebruik daarvan te illustreren in de modelvorming en regeling en bij het nemen van beslissingen.

Data: theorie, demo's en oefeningen: 25 mei en 8 juni 2000

Lesgever: Prof. R. Babuska (TU Delft)

Module 2-4: Optimale regeling van lineaire systemen

Klassieke ontwerpprocedure's voor regelaars zijn dikwijls gebaseerd op de overweging dat de kwaliteit van een gesloten-kring-systeem vooral bepaald wordt door zijn stabiliteitseigenschappen. Een hiervan verschillende aanpak steunt op een zogenaamde optimale regeling, waarbij men een systeem wenst te stabiliseren en terzelfdertijd een performantiecriterium maximaliseert. Deze les is een korte inleiding tot optimale regeling door o. m. aan te tonen dat de bekomen regelstrategie robuust is in de aanwezigheid van storingen, wanneer niet alle veranderlijken worden gemeten met het oog op terugkoppeling of bij onvolledige informatie.

Datum: theorie en illustraties: 15 juni 2000

Lesgevers: Prof D. Aeyels (RUG), Prof. J. Willems (RUG)

DEELNEMINGS- EN INLICHTINGSFORMULIER.

Terug te sturen bij voorkeur minstens 1 week vóór aanvang van de eerste les die u wenst te volgen.

Naam: _____

Voornaam: _____

Functie: _____

Onderneming: _____

Adres: _____

Telefoon: _____ Fax: _____

E-mail: _____

Bedrijvigheid: _____

Aantal personeelsleden: _____

Privé-adres: _____

Ik schrijf in voor het vormingsprogramma:

Moderne Regel- en Automatiseringstechnieken

Module 1 (volledig) Module 2 (volledig)

Module 1-1

Module 2-1

Module 1-2

Module 2-2

Module 1-3

Module 2-3

Module 1-4

Module 2-4

Modules 1 en 2

Voorbereidende sessies Wiskunde, Regeltechniek en Matlab software

(Bedrijven die meerdere personen inschrijven dienen hun inschrijvingen gezamenlijk in te sturen, ten einde van de voorziene korting te kunnen genieten)

Ik wens blijvend geïnformeerd te worden over de vormingsprogramma's van het IVPV - FTW

Facturatie-adres

Naam: _____

Adres: _____

Datum: _____ Handtekening: _____



Deze gegevens blijven strikt binnen het IVPV en zullen worden gebruikt om u op de hoogte te houden van latere programma's van permanente en postacademische vorming.

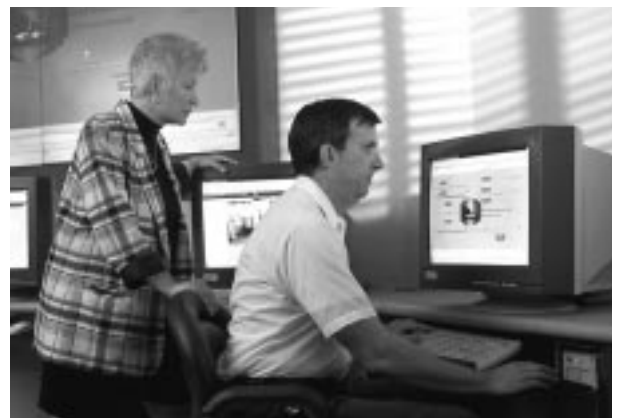


Foto ABB Automation

De Lesgevers



Prof. dr. ir. Erik Noldus,
gewoon hoogleraar
bij de vakgroep Regeltechniek
en Automatisering, RUG,
cursuscoördinator

Prof. dr. ir. Dirk Aeyels,
gewoon hoogleraar bij de vakgroep Elektrische Energietechniek, RUG

Prof. dr. ir. Robert Babuska,
hoofddocent bij TU Delft

Prof. dr. ir. Luc Boullart,
hoogleraar bij de vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

Prof. dr. Fred Brackx,
hoogleraar bij de vakgroep Wiskundige analyse, RUG

ir. Joachim De Beule,
assistent bij de vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

Dr. ir. Filip Declercq,
Afdeling Systems and Models, Sidmar NV, Gent

Prof. dr. ir. Robin De Keyser,
hoogleraar bij de vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

Prof. dr. ir. Mia Loccufier,
docente bij de vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

ir. Liesbeth Luyckx,
assistent bij de vakgroep Regeltechniek en Automatisering, RUG

Dr. Stefaan Sette,
wetenschappelijk medewerker bij de vakgroep Textielkunde, RUG

Dr. ir. Johan Suykens,
post-doctoraal onderzoeker FWO, K.U.Leuven

Prof. dr. ir. Joos Vandewalle,
gewoon hoogleraar bij ESAT-SISTA, K.U.Leuven

Prof. dr. ir. Jacques Willems,
gewoon hoogleraar bij de vakgroep Elektrische Energietechniek, RUG

17 BF

Universiteit Gent
Instituut voor Permanente Vorming - FTW
Bellevue 6
9050 Gent-Ledeberg



Praktische inlichtingen

Alle sessies worden op donderdagavond gegeven, telkens van 18.00 u tot 22.00 uur.

Afhankelijk van het aantal deelnemers kunnen oefeningensessies ook op andere tijdstippen worden ingericht.

Voor de PC-oefeningen wordt gebruik gemaakt van het sterk verspreide softwarepakket Matlab. De PC-oefeningen gaan door in een goed uitgeruste PC-klas.

Plaats: **Universiteit Gent**

Campus Toegepaste Wetenschappen,
(vlakbij afrit 15, Zwijnaarde, E40),
zaal Magnel en aangrenzende computerklas
Technologiepark 9, 9052 Zwijnaarde.

Een avond omvat twee sessies, gescheiden door een koffiepauze/sandwichlunch.

De totale cursus omvat 3 voorbereidende (wiskunde, regeltechniek en Matlab) en 14 lesavonden. Men kan afzonderlijk inschrijven voor de modules 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 2-3 en 2-4, al dan niet gekoppeld aan de voorbereidende sessies. **Men kan niet afzonderlijk inschrijven voor de voorbereidende sessies.**

Deelnemingsprijs

De deelnemingsprijs voor de cursus omvat het lesgeld, de leerboeken, kopies van de transparanten, gebruik van de leslokalen en de computers, frisdranken, koffie en broodjes.

Betaling geschiedt na ontvangst van de factuur. Alle facturen zijn contant betaalbaar dertig dagen na dagtekening.

Module 1-1	1 avond	6.900 BEF (171,05 €)
Module 1-2	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 1-3	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 1-4	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 1 volledig	7 avonden	42.500 BEF (1.053,55 €)

Module 2-1	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 2-2	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 2-3	2 avonden	13.800 BEF (342,09 €)
Module 2-4	1 avond	6.900 BEF (171,05 €)
Module 2 volledig	7 avonden	42.500 BEF (1.053,55 €)

Module 1+module 2	14 avonden	85.000 BEF (2.107,09 €)
-------------------	------------	-------------------------

Voor de 3 voorbereidende avonden (wiskunde, regeltechniek en softwarepakket samen) wordt een supplement van 7.500 BEF (185,92 €) aangerekend.

Alle vermelde bedragen zijn vrij van BTW.

Indien minstens één deelnemer van een bedrijf inschrijft voor de volledige cursus (modules 1 en 2), wordt voor alle bijkomende gelijktijdige inschrijvingen van hetzelfde bedrijf een korting van 20% gegeven. Facturatie geschiedt dan d.m.v. een gezamenlijke factuur. Inschrijving gebeurt door terugzending van het aangehecht deelnemingsformulier of via de website.

Getuigschrift van de Universiteit Gent

De vormingsopleiding is een onderdeel van de postacademische opleidingen van de Universiteit Gent. De aanwezigheid tijdens de cursus en de evaluatie aan het einde van de cursus bepalen de facto of de deelnemer slaagt. Na afloop zal aan de geslaagde deelnemers, die de volledige module 1 en minstens twee topics uit module 2 doorlopen hebben, een getuigschrift van de Universiteit Gent worden uitgereikt.

Annulatie

Annulatie is mogelijk onder de volgende voorwaarden:

- gelieve steeds schriftelijk te bevestigen (per brief of fax)
- bij annulatie van de inschrijving 10 dagen of meer vóór de aanvang van het programma is een vergoeding verschuldigd van 25% van de deelnemingsprijs
- bij annulatie minder dan 10 dagen vóór de aanvang van het programma is de volledige deelnemingsprijs verschuldigd.

Studiegetuigschriften zijn een persoonlijke verdienste: deelnemers die een getuigschrift ambiëren, kunnen zich niet laten vervangen, de anderen wel.

Inlichtingen

Bijkomende inlichtingen krijgt u op het permanent secretariaat:

**Universiteit Gent, Instituut voor Permanente Vorming - FTW
Bellevue 6, 9050 Ledeborg**

Tel.: +32 (0) 9 210 98 23

Fax: +32 (0) 9 210 97 00

E-mail: ivpv.ftw@rug.ac.be

<http://www.ivpv.ftw.rug.ac.be>

Indien u deze folder meerdere malen mocht ontvangen, dan verzoeken wij u vriendelijk deze aan uw collega's te bezorgen.

Aan de deelnemers die inschrijven voor de volledige opleiding wordt een gratis persoonlijk lidmaatschap voor 1 jaar aangeboden van het **Belgisch Instituut voor Regeltechniek & Automatisering (BIRA)**. Dit lidmaatschap omvat tevens een abonnement op het gezaghebbende tijdschrift **Journal A**, waarin regelmatig artikels gepubliceerd worden die naadloos bij de inhoud van de IVPV-opleiding aansluiten.

In het kader van een educatieve licentie, krijgt elke deelnemer gratis de beschikking over een zgn. Matlab classroom kit, waarmee hij tijdens de oefeningen in de klas en ook thuis, voor de duur van de opleiding, de Matlab software vrij kan gebruiken.