

## Procesregeling (I002672)

Wegens Covid19 kan mogelijk afgeweken worden van de onderwijs- en evaluatievormen. Dergelijke afwijkingen zullen via Ufora worden gecommuniceerd.

**Cursusomvang** *(nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)*

**Studiepunten** 5.0      **Studietijd** 150 u      **Contacturen**      50.0 u

**Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2021-2022**

A (semester 2)	Nederlands	Gent	hoorcollege	10.0 u
			begeleide zelfstudie	10.0 u
			practicum	7.5 u
			werkcollege: PC- klasoefeningen	22.5 u
			zelfstandig werk	75.0 u

**Lesgevers in academiejaar 2021-2022**

Tumlos Solon, Kimberly	LA26	Verantwoordelijk lesgever
Nopens, Ingmar	LA26	Medelesgever
Torfs, Elena	LA26	Medelesgever

**Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2021-2022**

	stptn	aanbodsessie
<a href="#">Master of Science in Bioscience Engineering: Cell and Gene Biotechnology</a>	5	A
<a href="#">Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: chemie en bioprocestechnologie</a>	5	A
<a href="#">Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: levensmiddelenwetenschappen en voeding</a>	5	A
<a href="#">Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: milieutechnologie</a>	5	A

**Onderwijstalen**

Nederlands, Engels

**Trefwoorden**

Procesregeling, regelarchitectuur, meet- en regeltechniek, automatisatie, stabiliteitsanalyse, klassieke controle, moderne controle

**Situering**

De doelstelling van dit opleidingsonderdeel is het optimaal, geautomatiseerd bedrijven van processen met behulp van regelaars. Studenten verwerven inzicht in de noodzaak van procesregelingssystemen in moderne procesvoering en de manier waarop deze regelsystemen worden opgebouwd. In deze cursus wordt de opbouw van een regelkring geïntroduceerd vanuit zowel een conceptueel als een praktisch oogpunt.

Klassieke feedbackregeling op basis van PID- regelaars wordt aangeleerd inclusief het afstellen ("tunen") ervan en stabiliteitsanalyse. Als basis wordt ook het gedrag in het frequentiedomein van lineaire systemen uitgebreid behandeld. Uitbreidingen zoals cascade en feedforward regeling worden geduid, alsook praktische problemen zoals kick en integral windup.

Meer moderne regelaars zoals toestandsterugkoppeling, LQ-regeling en modelgebaseerde regeling worden behandeld.

**Inhoud**

Inleiding: situering, terminologie, rol van ingenieur, overzicht van regelaars  
- Systeemdynamica in het tijdsdomein en frequentiedomein

Klassieke controle

- Feedbackregeling: blokschema, types regelproblemen, gesloten kring antwoord
- Stysteemstabiliteit: begrip, technieken voor stabiliteitsanalyse, winst- en fase marge
- Dode tijd: concept, voorkomen, destabiliserend karakter, dode tijd compensatieschakeling
- Tuning van PID regelaars: performantiecriteriën, semi-empirische technieken
- Praktische implementatie van PID regelaars: proportional/derivative kick, omgaan met dode tijd, integral wind-up, meetruis
- ON/OFF controle, cascaderregeling, feedforward, feedforward/feedback

Moderne controle

- Controleerbaarheid van lineaire systemen
- Toestandsterugkoppeling, LQ-regeling
- Toestandsschatting
- Model based predictive control (MBPC)

Industrial control systems

- PGIDs, SCADA, PLC, DAQ

### **Begincompetenties**

Procesregeling bouwt verder op bepaalde eindcompetenties van opleidingsonderdeel  
Modelleren en simuleren van biosystemen; of de eindcompetenties werden op een andere manier verworven.

### **Eindcompetenties**

- 1 Het gedrag van een systeem analyseren op basis van een transferfunctie in het tijds- en frequentiedomein
- 2 Het gedrag van een onbekend systeem beschrijven op basis van systeemidentificatie
- 3 De stabiliteit van een systeem onderzoeken aan de hand van verschillende stabiliteitscriteriën en interpreteren
- 4 De invloed van dode tijd op een systeem kunnen bespreken en kwantificeren
- 5 Een geschikte regeling kiezen voor een gegeven systeem
- 6 Een in de praktijk implementeerbare regelaar afstellen (tunen)
- 7 Praktische problemen bij regeling en hun oplossing toelichten
- 8 De geziene regelaars implementeren voor een gegeven systeem
- 9 Controleerbaarheid en observeerbaarheid van een systeem inschatten
- 10 Een gewogen doelfunctie definiëren voor geavanceerde controle

### **Creditcontractvoorwaarde**

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk mits gunstige beoordeling van de competenties

### **Examencontractvoorwaarde**

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

### **Didactische werkvormen**

Begeleide zelfstudie, hoorcollege, practicum, zelfstandig werk, werkcollege: PC-klasoefeningen

### **Toelichtingen bij de didactische werkvormen**

Theorie wordt aangebracht in hoorcolleges en via digitale leerpaden op Ufora. Werkcolleges bestaan uit begeleide PC-oefeningen, een hands-on practicum zal plaatsvinden waarbij studenten zelf een regelkring moeten implementeren en afstellen

### **Leermateriaal**

Syllabi zijn beschikbaar voor theorie en oefeningen. Slides van theorielessen en oefeningen zijn beschikbaar via Ufora

### **Referenties**

- Dutton K. Thompson S. & Barraclough B. (1997) The Art of Control Engineering. Addison Wesley, Harlow, Engeland. ISBN 0-201-17545-2
- Levine W.S. (1995) The Control Handbook. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 1548
- Marlin T.E. (1995) Process Control – Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. McGraw-Hill, Singapore. ISBN 0-07-040491-7
- Oggunaike B.A. and Ray W.H. (1994) Process Dynamics, Modeling, and Control. Oxford University Press, New York. ISBN 0-19-509119-1. pp. 1260
- Stephanopoulos G. (1984) Chemical Process Control, an Introduction to Theory and Practice. Prentice-Hall Englewood Cliffs, USA, ISBN 0-13-128629-3
- Van Impe J.F., Vanrolleghem P.A. and Iserentant D. (1998) Advanced Instrumentation, Data Interpretation and Control of Biotechnological Processes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 0-7923-4860-5. pp. 464

## Vakinhoudelijke studiebegeleiding

Studiebegeleiding wordt aangeboden voor en na de theorielessen en tijdens de praktische oefeningen of op afspraak. Verder wordt een discussieforum op Ufora aangeboden.

## Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

## Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Openboekexamen

## Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Openboekexamen

## Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Werkstuk

## Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Niet van toepassing

## Toelichtingen bij de evaluatievormen

De examinerator kan de student die zich onttrekt aan periodegebonden en/of niet-periodegebonden evaluaties voor dit opleidingsonderdeel niet-geslaagd verklaren.

Periodegebonden evaluatie (open boek):

- Theorie: schriftelijk examen (inzichtsvragen)
- Oefeningen: computer oefeningen

Niet periodegebonden evaluatie: rapportering van resultaten hands-on practicum (data, code, modellen) via Ufora.

## Eindscoreberekening

Periodegebonden evaluatie

- Theorie: 25%
- Exercises: 60%

Niet periode gebonden evaluatie

- Hands-on practicum: 15%

## Addendum

Wegens laattijdige lesgeverwijziging door overmacht werd een nieuwe verantwoordelijk lesgever aangesteld op de Faculteitsraad van januari 2022 voor het AJ 2021-2022. De nieuwe verantwoordelijk lesgever is Engelstalig, wat als gevolg heeft dat deze cursus Engelstalig wordt. Wegens deze uitzonderlijke situatie wordt in het academiejaar 2021-2022 als overgang (bepaald) lesmateriaal nog in het Nederlands aangeboden. Eveneens kunnen in dit academiejaar studenten uitzonderlijk nog een examen in het Nederlands aanvragen mits motivatie.

## Cursusomvang *(nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)*

Studiepunten 5.0                      Studietijd 150 u                      Contacturen                      50.0 u

## Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2021-2022

hoorcollege	10.0 u
begeleide zelfstudie	10.0 u
practicum	7.5 u
werkcollege: PC- klasoefeningen	22.5 u
zelfstandig werk	75.0 u

## Lesgevers in academiejaar 2021-2022

Tumlos Solon, Kimberly	LA26	Verantwoordelijk lesgever
Nopens, Ingmar	LA26	Medelesgever
Torfs, Elena	LA26	Medelesgever

## Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2021-2022

<a href="#">Master of Science in Bioscience Engineering: Cell and Gene Biotechnology</a>	stptn	aanbodsessie
	5	A

(Goedgekeurd)

Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: chemie en bioprocestechnologie	5	A
Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: levensmiddelenwetenschappen en voeding	5	A
Master of Science in de bio-ingenieurswetenschappen: milieutechnologie	5	A

## Onderwijstalen

Nederlands, Engels

## Trefwoorden

Procesregeling, regelarchitectuur, meet- en regeltechniek, automatisatie, stabiliteitsanalyse, klassieke controle, moderne controle

## Situering

De doelstelling van dit opleidingsonderdeel is het optimaal, geautomatiseerd bedrijven van processen met behulp van regelaars. Studenten verwerven inzicht in de noodzaak van procesregelingssystemen in moderne procesvoering en de manier waarop deze regelsystemen worden opgebouwd. In deze cursus wordt de opbouw van een regelkring geïntroduceerd vanuit zowel een conceptueel als een praktisch oogpunt.

Klassieke feedbackregeling op basis van PID- regelaars wordt aangeleerd inclusief het afstellen ("tunen") ervan en stabiliteitsanalyse. Als basis wordt ook het gedrag in het frequentiedomein van lineaire systemen uitgebreid behandeld. Uitbreidingen zoals cascade en feedforward regeling worden geduid, alsook praktische problemen zoals kick en integral windup.

Meer moderne regelaars zoals toestandsterugkoppeling, LQ-regeling en modelgebaseerde regeling worden behandeld.

## Inhoud

Inleiding: situering, terminologie, rol van ingenieur, overzicht van regelaars

- Systeemdynamica in het tijdsdomein en frequentiedomein

Klassieke controle

- Feedbackregeling: blokschema, types regelproblemen, gesloten kring antwoord

- Systeemstabiliteit: begrip, technieken voor stabiliteitsanalyse, winst- en fase marge

- Dode tijd: concept, voorkomen, destabiliserend karakter, dode tijd compensatieschakeling

- Tuning van PID regelaars: performantiecriteriën, semi-empirische technieken

- Praktische implementatie van PID regelaars: proportional/derivative kick, omgaan met dode tijd, integral wind-up, meetruis

- ON/OFF controle, cascaderregeling, feedforward, feedforward/feedback

Moderne controle

- Controleerbaarheid van lineaire systemen

- Toestandsterugkoppeling, LQ-regeling

- Toestandsschatting

- Model based predictive control (MBPC)

Industrial control systems

-PGIDs, SCADA, PLC, DAQ

## Begincompetenties

Procesregeling bouwt verder op bepaalde eindcompetenties van opleidingsonderdeel

Modelleren en simuleren van biosystemen; of de eindcompetenties werden op een andere manier verworven.

## Eindcompetenties

- 1 Het gedrag van een systeem analyseren op basis van een transferfunctie in het tijds- en frequentiedomein
- 2 Het gedrag van een onbekend systeem beschrijven op basis van systeemidentificatie
- 3 De stabiliteit van een systeem onderzoeken aan de hand van verschillende stabiliteitscriteria en interpreteren
- 4 De invloed van dode tijd op een systeem kunnen bespreken en kwantificeren
- 5 Een geschikte regeling kiezen voor een gegeven systeem
- 6 Een in de praktijk implementeerbare regelaar afstellen (tunen)
- 7 Praktische problemen bij regeling en hun oplossing toelichten
- 8 De geziene regelaars implementeren voor een gegeven systeem
- 9 Controleerbaarheid en observeerbaarheid van een systeem inschatten

10 Een gewogen doelfunctie definiëren voor geavanceerde controle

#### **Creditcontractvoorwaarde**

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk mits gunstige beoordeling van de competenties

#### **Examencontractvoorwaarde**

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

#### **Didactische werkvormen**

Begeleide zelfstudie, hoorcollege, practicum, zelfstandig werk, werkcollege: PC-klasoefeningen

#### **Toelichtingen bij de didactische werkvormen**

Theorie wordt aangebracht in hoorcolleges en via digitale leerpaden op Ufora. Werkcolleges bestaan uit begeleide PC-oefeningen, een hands-on practicum zal plaatsvinden waarbij studenten zelf een regelkring moeten implementeren en afstellen

#### **Leermateriaal**

Syllabi zijn beschikbaar voor theorie en oefeningen. Slides van theorielessen en oefeningen zijn beschikbaar via Ufora

#### **Referenties**

Dutton K. Thompson S. & Barraclough B. (1997) *The Art of Control Engineering*. Addison Wesley, Harlow, Engeland. ISBN 0-201-17545-2  
Levine W.S. (1995) *The Control Handbook*. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 1548  
Marlin T.E. (1995) *Process Control – Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*. McGraw-Hill, Singapore. ISBN 0-07-040491-7  
Oggunaike B.A. and Ray W.H. (1994) *Process Dynamics, Modeling, and Control*. Oxford University Press, New York. ISBN 0-19-509119-1. pp. 1260  
Stephanopoulos G. (1984) *Chemical Process Control, an Introduction to Theory and Practice*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, USA, ISBN 0-13-128629-3  
Van Impe J.F., Vanrolleghem P.A. and Iserentant D. (1998) *Advanced Instrumentation, Data Interpretation and Control of Biotechnological Processes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 0-7923-4860-5. pp. 464

#### **Vakinhoudelijke studiebegeleiding**

Studiebegeleiding wordt aangeboden voor en na de theorielessen en tijdens de praktische oefeningen of op afspraak. Verder wordt een discussieforum op Ufora aangeboden.

#### **Evaluatiemomenten**

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

#### **Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode**

Openboekexamen

#### **Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode**

Openboekexamen

#### **Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie**

Werkstuk

#### **Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie**

Niet van toepassing

#### **Toelichtingen bij de evaluatievormen**

De examiner kan de student die zich onttrekt aan periodegebonden en/of niet-periodegebonden evaluaties voor dit opleidingsonderdeel niet-geslaagd verklaren.

Periodegebonden evaluatie (open boek):

- Theorie: schriftelijk examen (inzichtsvragen)
- Oefeningen: computer oefeningen

Niet periodegebonden evaluatie: rapportering van resultaten hands-on practicum (data, code, modellen) via Ufora.

#### **Eindscoreberekening**

Periodegebonden evaluatie

- Theorie: 25%
- Exercises: 60%

Niet periode gebonden evaluatie

- Hands-on practicum: 15%

## **Addendum**

Wegens laattijdige lesgeverwijziging door overmacht werd een nieuwe verantwoordelijk lesgever aangesteld op de Faculteitsraad van januari 2022 voor het AJ 2021-2022. De nieuwe verantwoordelijk lesgever is Engelstalig, wat als gevolg heeft dat deze cursus Engelstalig wordt. Wegens deze uitzonderlijke situatie wordt in het academiejaar 2021-2022 als overgang (bepaald) lesmateriaal nog in het Nederlands aangeboden. Eveneens kunnen in dit academiejaar studenten uitzonderlijk nog een examen in het Nederlands aanvragen mits motivatie.