



NORTH-WEST UNIVERSITY[®]
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOMKAMPUS

EERI 418 PAC

BEHEERTEORIE II

Fakulteit Ingenieurswese



Studiegids saamgestel deur:

Prof G van Schoor

Kopiereg © 2017-uitgawe. Hersieningsdatum 2017.
Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus.

Hantering van drukwerk en verspreiding deur Departement Logistiek (Verspreidingsentrum).
Gedruk deur Ivyline Technologies 018 293 0715/6 / Nashua Digidoc 018 299 2827

Geen gedeelte van hierdie boek mag in enige vorm of op enige manier sonder skriftelike toestemming van die publiseerders weergegee word nie.

INHOUDSOPGAWE

Module-inligting.....	iv
Verwelkoming	iv
Die geskiedenis van moderne beheerstelsels	iv
Rasionaal.....	vi
Studiewenke	vi
Moduleplan	vii
Voorvereistes	viii
Studiemateriaal.....	viii
Evaluering.....	viii
Aksiewerkwoorde.....	ix
Module-uitkomste.....	ix
WerkSprogram.....	x
Kommunikasie	x
Werkopdragte	xi
Tegniese verslae.....	xi
Inhoudsopgawe	xi
Module Information Form	xi
Ikone.....	xiv
Waarskuwing teen plagiaat	xiv
Leereenheid 1 Toestandsveranderlike terugvoerstelsels	1
Leergedeelte 1.1 Beheerbaarheid en waarneembaarheid	2
Leergedeelte 1.2 Poolplasing dmv toestandsterugvoer.....	3
Leergedeelte 1.3 Ackermann se formule	4
Leereenheid 2 Wiskundige modelle van eenvoudige lineêre stelsels	5
Leereenheid 3 Die Z-transform	6
Leergedeelte 3.1 Diskretetyd-stelsels	7
Leergedeelte 3.2 Die Z-transform	8
Leergedeelte 3.3 Oplossing van verskilvergelykings.....	9
Leergedeelte 3.4 Simulasiediagramme, seinvloedidiagramme en toestandsmodelle.....	10
Leergedeelte 3.5 Oordragsfunksies	11
Leereenheid 4 Monsterneming en rekonstruksie	12
Leereenheid 5 Pulsoordragsfunksies vir opelusstelsels	13
Leergedeelte 5.1 Die verwantskap tussen $E(z)$ en $E^*(s)$	14

Leergedeelte 5.2	Die pulsoordragsfunksie.....	15
Leergedeelte 5.3	Opelusstelsel met 'n digitale filter	16
Leergedeelte 5.4	Die gemodifiseerde z-transform en tydvertragings	17
Leereenheid 6	Pulsoordragsfunksies vir geslotelus-stelsels	18
Leereenheid 7	Tydresponseienskappe van diskretetyd-stelsels	19
Leergedeelte 7.1	Diskretestelsel-tydrespons	20
Leergedeelte 7.2	Stelselkarakteristieke vergelyking	21
Leergedeelte 7.3	Afbeelding van s- na z-vlak	22
Leergedeelte 7.4	Bestendigetoestand-akkuraatheid	23
Leereenheid 8	Stabiliteit van digitale stelsels	24
Leergedeelte 8.1	Stabiliteit	25
Leergedeelte 8.2	Bi-lineêre transformasie en Routh-Hurwitz	26
Leergedeelte 8.3	Jury-stabiliteitstoets.....	27
Leergedeelte 8.4	Die wortellokus.....	28
Leergedeelte 8.5	Die bode-diagram.....	29
Leereenheid 9	Digitale beheerders	30
Leergedeelte 9.1	Fasenaalloop-kompensasie	31
Leergedeelte 9.2	Fasevoorloop-kompensasie	32
Leergedeelte 9.3	Voorloop-naalloop-kompensasie.....	33
Leergedeelte 9.4	PID-beheer.....	34
Leergedeelte 9.5	Ontwerp met die wortellokus	35
Leereenheid 10	Kunsmatige Neurale-netwerke en Wasige Logiese-stelsels	36
Leergedeelte 10.1	Kunsmatige Neurale-Netwerke.....	37
Leergedeelte 10.2	Wasige Logiese-stelsels.....	38

Module-inligting

Modulekode	EERI 418
Modulekrediete	160 studie-ure = 16 krediete
Modulenaam	Beheerteorie II
Dosent	Prof. K.R Uren
Kantoortelefoon	018 299 1236
E-posadres	Kenny.uren@nwu.ac.za
Geboue en kantoor nr	Skool vir Elektriese, Elektroniese en Rekenaaringenieurswese, Kantoor: 221
Spreekure	Sal ooreengekom word tydens eerste kontakssessie.

Verwelkoming

Welkom in die vakgebied van beheerstelsels. Ek glo dat jy hierdie opvolgmodule baie nuttig sal vind in jou opleiding as 'n ingenieur. Hierdie Module word deur die elektries-elektroniese en rekenaar-elektroniese ingenieursleerders geneem.

Soos reeds in die inleidende beheermodule genoem, is beheerstelsels 'n onlosmaaklike deel van feitlik enige stelsel of substelsel wat jy in jou loopbaan as ingenieur gaan ontwerp en ontwikkel hetsy elektries, elektronies, rekenaar of meganies. In die inleidende beheermodule is die gedrag van stelsels deur middel van differensiaalvergelykings beskryf, wat dan met behulp van Laplace-transformering na die frekwensievlak omgeskakel is vir verdere analise. Ons het dan hoofsaaklik gefokus op lineêre en ook kontinue (analoë) stelsels.

Hierdie Module fokus op die analise van lineêre, maar diskretetyd- (digitale), stelsels. Dit kom daarop neer dat daar iewers in die stelsel 'n rekenaar of 'n digitale kaart is wat deel uitmaak van die beheerstelsel. Die meeste industriële stelsels maak van rekenaars of mikroverwerkers gebruik as beheerders. Hierdie Module behandel die beheerkonsepte wat nodig is om analoë en digitale wêreld te integreer. In die diskretetyd-vlak word die gedrag van stelsels deur middel van verskilvergelykings beskryf en met behulp van die z-transform oorgeskakel na die diskrete-frekwensievlak vir verdere analise.

Die basiese konsepte soos in die inleidende module bespreek, geld steeds. Dit maak die module in 'n sekere sin baie makliker, want die konsepte is bekend. Dis egter net die hantering van die konsepte in die diskrete vlak wat nuut aangeleer moet word.

Baie sterkte met die Module! Mag dit vir jou 'n verrykende ervaring wees.

Die geskiedenis van moderne beheerstelsels

Die koms van die digitale rekenaar in die 1950's het die weg gebaan vir meer komplekse beheertegniese, meer algemeen bekend as moderne beheer. Die moderne beheer-era (post 1955) is gekenmerk deur gelyktydige ontwikkeling in die areas van optimale beheer, aanpasbare beheer en leerbeheer. Die moderne beheer sluit dan

tipies die beheer van nie-lineêre stelsels in en ook die toepassing van kunsmatige intelligensie vir die nabootsing van menslike gedrag.

Optimale beheer het sy oorsprong in die "calculus of variations" in die 17^{de} eeu. Dit is verder in die 18^{de} ontwikkel eeu deur Euler en Lagrange en in die 19^{de} eeu deur, onder andere, Jacobi en Hamilton. Optimale beheer behels die verkryging van beheer-tydfunksies of beheer-terugvoerwinste wat 'n gedragsindeks minimeer.

'n Tienjaarperiode rondom 1960 was baie suksesvol in terme van ontwikkelings in aanpasbare beheer. Die motivering het gekom van verskeie bronne — vooruitgang in beheerteorie, toepassings in vlug- en prosesbeheer, die hunkering na stelsels met leervermoëns en probleme verwant aan besluitneming te midde van onsekerheid. 'n Aantal nuttige aanpasbare beheer-idees is voorgestel: die modelverwysings-aanpasbare stelsel, die self-aanpasbare reguleerder en kunsmatige neurale-netwerke. Aanpasbare beheerskemas voorsien die moontlikheid om verbeterde beheergedrag te verkry deur die beheeraksie op 'n wiskundige model van die proses te baseer. Die idee met modelverwysings-aanpasbare beheer (MVAB) is om 'n verlangde prosesmodel te hê en om dan te poog om die werklike stelsel so te laat reageer deur die beheerder te verstel. MVAB is geïnspireer deur vlugbeheer, maar die inspirasie vir die self-aanpasbare reguleerder het gekom van prosesbeheer. Selfaanpassing kom neer op die skeiding van die aanpasbare probleem in twee logiese dele: identifikasie en beheer. Die proses word geïdentifiseer en die parameters gebruik om die beheerstelselparameters te bepaal.

Aanpasbare beheer en stelsel-identifikasie reduceer gewoonlik tot paramerskatting. Aangesien die beheerwet hoogstens 'n afbeelding is van die meetgeskiedenis van insette aan die proses, is verskeie tegnieke voorgestel wat tot 'n mindere of meerdere mate self die beheerwet aanleer. Hierdie tegnieke sluit Kunsmatige Neurale-netwerke (KNNe), Wasige Logiese-stelsels (WLSs) en Ekspertstelsels (ESs) in. Hierdie tegnieke ressorteer onder die kategorie van Leerbeheer of meer algemeen bekend as Kunsmatige Intelligensie (KI).

Navorsing op KNNe het reeds rondom 1970 begin, maar die vordering daarmee is verhinder deur 'n era van ontwikkeling in reël-gebaseerde KI. Dis eers in die 1990s, met vooruitgang in biologiese navorsing, dat KNNe weer aandag geniet het. 'n KNN is 'n wiskundige model wat tot 'n mate 'n biologiese neurale-netwerk verteenwoordig. Die idee is om biologiese intelligensie na te boots en dit dan te gebruik in 'n toepassing om intelligente beheer te doen.

Die 1990s het ook 'n snelle groei in die gebruik van WLSs ervaar in 'n wye verskeidenheid van gebruiksitens soos wasmasjiene en kameras. Vir baie praktiese probleme is 'n belangrike bron van inligting gesetel in ekspertkennis. Die ekspert se kennis is nie eksak nie, maar word verteenwoordig deur wasige begrippe soos klein en groot. Behalwe ekspertkennis is 'n belangrike bron van inligting ook numeriese data. 'n Gemeenskaplike raamwerk is benodig om beide die ekspertkennis of reëls sowel as die numeriese data voor te stel. Die aanpasbare WLS het ontstaan uit die behoefte; 'n WLS met 'n leeralgoritme.

Die ESs deel van KI het eers regtig posgevat hier teen 1994. 'n ES word gedefinieer as 'n intelligente rekenaarprogram wat gebruik maak van kennis sowel as inferensieprosedures om moeilike probleme op te los, wat 'n groot menslike inset sou verg. Soos menslike eksperts, word 'n ES dan ontwerp om 'n ekspert te wees in een probleem of veld van kennis.

Rasionaal

Sonder digitale beheerstelsels is dit onmoontlik om moderne nywerheidsprosesse te bedryf. Moderne nywerheidsprosesse word beheer deur middel van rekenaars en mikroverwerkers. Die gebruik van digitale beheerders impliseer dat die beheerder dan 'n diskretetyd-stelsel is. 'n Diskretetyd-stelsel het seine wat net van waarde kan verander op diskrete tydstoppe. Die diskrete beheerder word dan gewoonlik gebruik om 'n kontinuetyd-sisteem te beheer. Hierdie Module is dan noodsaaklik om die integrasie van die diskrete- en kontinuetyd-stelsels te hanteer. Tegnieke om die stabiliteit van so 'n hibriede stelsel te analiseer en te optimeer, word in dié Module aangeleer.

Studiewenke

Teen hierdie tyd behoort jy reeds vertrou te wees met basiese studietegnieke. Ek gee egter slegs raad wat spesifiek op beheerteorie van toepassing is:

- Die Module het 'n groot teoretiese komponent aangesien daar 'n klomp nuwe tegnieke en begrippe aangeleer moet word alvorens jy in staat sal wees om stelsels te modelleer en te analiseer. Moet dus nie dink dat alles net vanuit grondbeginsels beredeneer sal kan word nie. Sekere konsepte en tegnieke moet bloot geleer word en ingeoefen word deur genoeg probleme uit te werk.
- Werk die tutoriaalprobleme uit soos voorgestel aan die einde van elke leereenheid.
- Blote herhaling van stellings en bewyse in die handboek word normaalweg nie gevra nie, maar soortgelyke afleidings wel. Tabelle van transforms en ander gegewens word as deel van die vraestelle en toetse gegee.
- Klastoetsprobleme is soortgelyk aan die semestertoets- en eksamenprobleme. Maak dus seker dat jy die meeste klastoetsprobleme binne sowat 20 minute kan voltooi.

Moduleplan



Voorvereistes

Die voorvereiste vir hierdie Module is Beheerteorie I (EERI 321)

Studiemateriaal

Let wel: Hierdie Studiegids moet saam met die voorgeskrewe handboek gebruik word.

Die voorgeskrewe handboek vir hierdie Module is:

- Phillips, C. L., Nagle, H.T. and Chakraborty, A. "Digital Control System Analysis and Design". Pearson Education, fourth edition, 2015, ISBN 1-292-06122-7.
Hierna word daar na die boek verwys as "Phillips".
- Dorf, Richard C. & Bishop, Robert H. Modern control systems.
Pearson Education, twelfth edition, 2011. ISBN 0-13-138310-8.
Hierna word daar na die boek verwys as "Dorf".

Sagteware benodig vir die module:

MATLAB: Programmatuur is in die rekenaarlokale opgestel, maar jy kan jou eie leerderskopie ook gebruik.

Evaluering

Deelname

- a) 'n Paar semestertoetse word deur die loop van die semester geskryf. Die toetse sal 70 % van die deelnamepunt uitmaak.
- c) Die praktika dra 30% by tot die deelnamepunt. Daar is 'n subminimum van 50% gekoppel aan elke praktikumopdrag. Elke praktikum moet dus op die verlangde standaard geslaag word.

Om toelating tot die eksamen te kry, is 'n deelnamepunt van 40% 'n vereiste.

Eksamen

Jy skryf een vraestel van 3 uur, wat hoofsaaklik analise en sintese van beheerstelsels behels. So ongeveer 10% van die vraestel word gereserveer vir kort insigvrae. Geen teoretiese afleidings word gevra nie. 'n Subminimum van 40% word in die eksamen vereis.

Finale modulepunt

Die finale modulepunt is eenvoudig die gemiddelde van die deelnamepunt en die eksamenpunt. 'n Finale punt van minstens 50% is nodig om te slaag. 75% en hoër besorg aan jou 'n onderskeiding.

Aksiewerkwoorde

Aksiewerkwoorde is werkwoorde of frases wat gebruik word om uitkomst te formuleer om daarmee 'n meetbare, spesifieke leerhandeling aan te toon.

Aksiewerkwoord	Betekenis
Opstel	'n Diagram of wiskundige vergelyking word opgestel.
<i>Bepaal</i>	'n Oordragsfunksie of wiskundige verwantskap word bepaal.
<i>Beskryf</i>	'n Definisie of proses beskryf.
<i>Evalueer</i>	'n Stelsel se respons of stabiliteit evalueer.
<i>Verduidelik</i>	'n Proses of stelsel se gedrag verduidelik.
<i>Pas toe</i>	'n Tegniek toepas.
<i>Konstrueer</i>	'n Diagram konstrueer.
<i>Ontwerp</i>	'n Beheerstelsel of kompenseerder ontwerp.

Module-uitkomst

Aan die einde van hierdie module behoort jy:

- Toestandsveranderlike terugvoerstelsels te kan ontwerp;
- Wiskundige modelle van eenvoudige lineêre stelsels te kan opstel;
- Die z-transform en inverse z-transform te kan toepas;
- Monsterneming en rekonstruksie te kan beskryf en toepas;
- Die pulsoordragsfunksies vir opelusstelsels te kan bepaal;
- Die pulsoordragsfunksies vir geslotelus-stelsels te kan bepaal;
- Die tydresponseienskappe van opelus- en geslotelus-stelsels te kan bepaal;
- Die stabiliteit van digitale stelsels te kan bepaal;
- Digitale beheerders volgens bepaalde kriteria te kan ontwerp; en
- Die werking en toepassing van kunsmatige neurale-netwerke en wasige logiese-stelsels te kan beskryf.

Benewens bogenoemde tegniese vaardighede behoort jy:

- Ingenieursprobleme te kan oplos in die veld van beheerstelsels deur die verworwe kennis toe te pas in ontwerp- en sintese probleme;
- Simulasie en praktiese vaardighede te hê om 'n stelsel se gedrag te simuleer en prakties te verifieer;
- Die impak van ingenieursaktiwiteit op die samelewing en die omgewing te kan analiseer;
- Take of projekte in groepsverband te kan afhandel;
- Professionele etiek te kan handhaaf in die oplos van ingenieursprobleme; en
- Wetenskaplike verslae te kan skryf in die taal en formaat waarin dit van ingenieurs vereis word.

WerkSprogram

Jy word aangemoedig om:

- Die datum wanneer jy beplan om 'n sekere uitkoms te behaal, te bepaal en in te vul;
- Die datum in te vul en af te merk as jy 'n uitkoms behaal; en
- Jouself te evalueer deur 'n punt tussen 1 en 10 aan jouself toe te ken.

Datum		Afgehandel ✓	Self-evaluering 1...10?	Uitkoms
Doel	Behaal			Jy moet:
				toestandsveranderlike terugvoerstelsels kan ontwerp
				wiskundige modelle van eenvoudige lineêre stelsels kan opstel
				die z-transform en inverse z-transform kan toepas
				monsterneming en rekonstruksie kan beskryf en toepas
				pulsoordragsfunksies vir opelusstelsels kan bepaal
				pulsoordragsfunksies vir geslotelus-stelsels kan bepaal
				die tydresponseienskappe van digitale stelsels kan bepaal
				die stabiliteit van digitale stelsels kan bepaal
				digitale beheerders volgens bepaalde kriteria kan ontwerp
				die werking en toepassing van kunsmatige neurale-netwerke en wasige logiese-stelsels kan beskryf

Kommunikasie

- Inligting sal aan jou deurgestuur word deur middel van die e-Fundi bediener of die Groupwise e-pos-stelsel. Jy moet egter seker maak jy is geregistreer en dat jou naam op die klaslys verskyn om hierdie inligting te kan bekom, aangesien dit slegs mense op die amptelike klaslys is wat die e-pos-boodskappe sal ontvang.

Werkopdragte

Regulasies aangaande die praktika, asook formate vir die praktiese verslae, is beskikbaar binne die Fakulteit Ingenieurswese. Hierdie riglyne moet streng nagevolg word. Leerders wat sonder die nodige toerusting of komponente in die laboratorium opdaag, kan versoek word om die laboratorium te verlaat en die prakties op 'n later stadium teen 'n vasgestelde fooi te kom voltooi.

Tegniese verslae

Jy word ook verwys na die volgende handboek vir die skryf van tegniese verslae:

- BEER, D. & McMURREY, D. A Guide to Writing as an Engineer. New York, NY: John Wiley & Sons.

Inhoudsopgawe

Leereenheid 1:	Toestandsveranderlike terugvoerstelsels
Leereenheid 2:	Wiskundige modelle van eenvoudige lineêre stelsels
Leereenheid 3:	Die Z-transform
Leereenheid 4:	Monsterneming en rekonstruksie
Leereenheid 5:	Pulsoordragsfunksies vir opelusstelsels
Leereenheid 6:	Pulsoordragsfunksies vir geslotelus-stelsels
Leereenheid 7:	Tydresponseienskappe van diskretetyd-stelsels
Leereenheid 8:	Stabiliteit van digitale stelsels
Leereenheid 9:	Digitale beheerders
Leereenheid 10:	Kunsmatige neurale-netwerke en wasige logiese-stelsels

Module Information Form

Module code: EERI418	Prerequisites: EERI321
Module name: Control Theory II	Co-requirements: None
NWU Module credits: 16	CESM: 080901
ECSA Module credits: 17.1	

Module objectives

This course is a specialist module following on the basic level of study in the third year. The focus of the module is on time discrete systems. After successful completion of the module the student should be able to analyse, design and simulate basic time discrete systems. A brief introduction to artificial neural networks and fuzzy logic systems is also given.

<p>Module outcomes</p> <p>To successfully complete this module the student needs to demonstrate that he/she</p> <ul style="list-style-type: none"> • can design state variable feedback systems and derive mathematical models of simple linear systems; • can apply the z-transform and inverse z-transform and describe sampling and reconstruction; • can determine the pulse transfer functions of open and closed loop systems; • can determine the time response characteristics of open and closed loop systems; • can determine the stability of digital control systems; • can describe the operation and application of artificial neural networks and fuzzy logic systems; • can design digital controllers that meet pre-defined criteria; • can analyse the impact of engineering activity on the community and the environment; • can conduct projects and tasks in a group 	<p>Assessment outcomes</p> <p>Convergent concrete and abstract problems</p> <ul style="list-style-type: none"> • – Semester tests and examination • Divergent concrete problems • – Compulsory practical assignments <p>The semester tests and examination evaluate the student's skills through the application of knowledge in solving problems.</p> <p>The practical assignments include a design task where synthesis is included as well as verification through simulation.</p> <p>Duly Performed Requirements:</p> <p>40% semester mark for examination entry (a 50% subminimum criterion is applied for each practical);</p> <p>50% final mark for a pass</p> <p>Assessment methods and weights</p> <table border="0"> <tr> <td>• Semester tests:</td><td>35 %</td></tr> <tr> <td>• Practical assignments:</td><td>15 %</td></tr> <tr> <td>• Exams:</td><td>50 %</td></tr> <tr> <td>Total:</td><td>100 %</td></tr> </table>	• Semester tests:	35 %	• Practical assignments:	15 %	• Exams:	50 %	Total:	100 %
• Semester tests:	35 %								
• Practical assignments:	15 %								
• Exams:	50 %								
Total:	100 %								

ECSA Exit Level Outcomes

	ELO 1	ELO 2	ELO 3	ELO 4	ELO 5	ELO 6	ELO 7	ELO 8	ELO 9	ELO 10	ELO 11
Is this ELO applicable?		Yes	Yes								
On what level is it applicable?		Development	Development								

Description of assessment of applicable ELO's	
<ul style="list-style-type: none"> • ELO 2: Application of scientific and engineering knowledge (Will be assessed by means of class and semester tests as well as exams.) • ELO 3: Engineering design (Will be assessed by means of class and semester tests as well as exams.) 	
<p>Assessment of ELO's</p> <p>How are the ELO outcomes assessed:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The ELO outcomes are assessed by class 	<p>Assessment outcomes of ELO's</p> <p>The student will have reached the ELO outcomes if he/she can:</p>

tests, semester tests and exams.	<ul style="list-style-type: none"> • Pass the module by obtaining a final mark of 50 %.
----------------------------------	--

Detailed content

- State variable feedback systems
- Mathematical models of simple linear systems
- The Z-transform
- Sampling and reconstruction
- Pulse transfer functions for open-loop systems
- Pulse transfer functions for closed-loop systems
- Time-response characteristics of discrete-time systems
- Stability of digital systems
- Digital controllers
- Artificial neural networks and fuzzy logic systems

Credit allocation per knowledge area









Mathematics		Basic sciences		Engineering sciences		Design and synthesis		Complementary studies	
<i>ECSA</i>	<i>NWU</i>	<i>ECSA</i>	<i>NWU</i>	<i>ECSA</i>	<i>NWU</i>	<i>ECSA</i>	<i>NWU</i>	<i>ECSA</i>	<i>NWU</i>
				12.8	12	4.3	4		

Prescribed textbook(s)

- Phillips, C. L., Nagle, H.T. and Chakraborty, A. "Digital Control System Analysis and Design".
- Dorf, Richard C. & Bishop, Robert H. Modern control systems, Pearson, twelfth edition, 2011. ISBN 0-13-138310-8.

Module administration	
Time period for presentation	1st Semester
Weeks available	13
Duration of lecture period	50min = 0.83 hr
Number of lectures per week	3
Number of tutorials per week	1
Hours of practicals per semester	20
Other contact time per semester (h)	-
Other non-contact time per semester (h)	-
Total number of hours per semester	171

Ikone

 Tyd	Tydstoekenning	 Uitkomst	Leeruitkomste
 Studiemateriaal	Studiemateriaal	 Assessering	Assessering / Wersopdragte
 Individuele aktiwiteit	Individuele aktiwiteit	 Groep-aktiwiteit	Groepaktiwiteit
 Voorbeeld	Voorbeeld	 Refleksie	Refleksie

Waarskuwing teen plagiaat

Kopiëring van teks van ander leerders of uit ander bronne (byvoorbeeld die studiegids, voorgeskrewe studiemateriaal of direk vanaf die internet) is **ontoelaatbaar** – net kort aanhalings is toelaatbaar en slegs indien dit as sodanig aangedui word.

U moet bestaande teks **herformuleer** en u **eie woorde** gebruik om te verduidelik wat u gelees het. Dit is nie aanvaarbaar om bestaande teks/stof/inligting bloot oor te tik en die bron in 'n voetnoot te erken nie – u behoort in staat te wees om die idee of begrip/konsep weer te gee sonder om die oorspronklike skrywer woordeliks te herhaal.

Die doel van die opdragte is nie die blote weergee van bestaande materiaal/stof nie, maar om vas te stel of u oor die vermoë beskik om bestaande tekste te integreer, om u eie interpretasie en/of kritiese beoordeling te formuleer en om 'n kreatiewe oplossing vir bestaande probleme te bied.

Wees gewaarsku: Studente wat gekopieerde teks indien sal 'n nulpunt vir die opdrag ontvang en dissiplinêre stappe mag deur die Fakulteit en/of die Universiteit teen sodanige studente geneem word. Dit is ook onaanvaarbaar om iemand anders se werk vir hulle te doen of iemand anders in staat te stel om u werk te kopieer – moet dus nie u werk uitleen of beskikbaar stel aan ander nie!

Leereenheid 1

TOESTANDSVERANDERLIKE TERUGVOERSTELSLS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 1 is 10 uur.

Studiemateriaal



Kry **Dorf**, hoofstuk 11, gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Toestandsveranderlike terugvoerstelsels te kan ontwerp.

Leergedeelte 1.1

Beheerbaarheid en waarneembaarheid

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die beheerbaarheid en waarneembaarheid van eenvoudige dinamiese stelsels te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 11.2 van Dorf wat die konsep van beheerbaarheid en waarneembaarheid bespreek.

Leergedeelte 1.2

Poolplasing dmv toestandsterugvoer

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 5 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Poolplasing dmv toestandsterugvoer te kan doen ten einde spesifieke dinamiese respons te verkry.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 11.3 van Dorf wat handel oor die poolplasing dmv toestandsterugvoer.

Leergedeelte 1.3

Ackermann se formule

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 2 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Ackermann se formule te kan toepas om die toestandsterugvoermatriks te bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 11.3 van Dorf wat handel oor die gebruik van Ackermann se formule om die toestandsterugvoermatriks te bepaal.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Dorf hoofstuk 11:

E11.3, E11.5, P11.11, P11.14, P11.16, AP11.1, AP11.2.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 2

WISKUNDIGE MODELLE VAN EENVOUDIGE LINEÊRE STELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 2 is 4 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 1 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomst



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Wiskundige modelle van eenvoudige lineêre stelsels te kan opstel.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 1.1 tot 1.7 van Phillips. Die begrippe van modellering van lineêre kontinuïteit-stelsels word kortliks hersien. Hierdie werk is in die inleidende Beheermodule behandel.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 1:

1-1; 1-2; 1-3; 1-4; 1-6; 1-7; 1-12.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 3

DIE Z-TRANSFORM

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 3 is 29 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 2 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die z-transform en inverse z-transform te kan toepas.

Leergedeelte 3.1

Diskretetyd-stelsels

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Te kan beskryf wat 'n diskretetyd-stelsel is.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 2.1 en 2.2 van Phillips. Hierdie leergedeelte beskryf fundamenteel die konsep van 'n diskretetyd-stelsel.

Leergedeelte 3.2

Die Z-transform

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 8 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die z-transform te kan toepas op verskilvergelykings.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 2.3 en 2.4 van Phillips. Die eienskappe van die z-transform is belangrik vir die toepassing van die z-transform. Tabel 2.2 som die eienskappe van die z-transform op. Hierdie tabel word in toetse en eksamens voorsien.

Leergedeelte 3.3

Oplossing van verskilvergelykings

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 8 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Verskilvergelykings te kan kan oplos.

Bestudeer die volgende aandagtig

- Bestudeer par 2.5 van Phillips wat tegnieke vir die oplos van verskilvergelykings bespreek. Die inverse z-transform is die belangrikste tegniek vir die oplossing van verskilvergelykings.
- Bestudeer par 2.6 van Phillips wat metodes vir die bepaling van die inverse z-transform bespreek. Die belangrikste tegnieke hier is die magsreeksmetode en die partiële breuk uitbreidingsmetode. Die partiëlebreuk-oplosmetode behels die gebruik van bekende z-transforms in die vorm van tabelle. Tabel 2.3 bevat standaard z-transforms en in Bylaag VIII van Phillips word z-transforms gegee wat gebaseer is op gemonsterde tydfunksies. Hierdie twee tabelle word ook standaard in toetse en eksamens voorsien.

Leergedeelte 3.4

Simulasiediagramme, seinvloedigramme en toestandsmodelle

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 8 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Simulasiediagramme en seinvloedigramme van diskretetyd-stelsels te kan teken; en
- Toestandsmodelle van diskretetyd-stelsels te kan opstel.

Bestudeer die volgende aandagtig

- Bestudeer par 2.7 van Phillips. Lê die konsepte om simulasiediagramme en seinvloedigramme van diskretetyd-stelsels te kan teken, vas.
- Bestudeer par 2.8 en 2.9 van Phillips. Neem kennis van die verskillende toestands-veranderlike voorstellings van stelsels nl die beheerkanoniese of faseveranderlike kanoniese vorm, die waarnemerkanoniese vorm en dan nog ander waaronder die diagonale vorm.

Leergedeelte 3.5

Oordragsfunksies

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 2 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die oordragsfunksie van 'n diskretetyd-stelsel te kan neerskryf vanaf die toestandsmodel van die stelsel.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 2.10 van Phillips. Hierdie paragraaf bespreek die afleiding van die oordragsfunksie van die diskretetyd-stelsel vanaf die toestandsmodel van die stelsel.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 2:

2-1; 2-2; 2-3; 2-4; 2-6; 2-7; 2-9 a en c; 2-11; 2-12; 2-14; 2-16; 2-17; 2-18; 2-19; 2-23; 2-24; 2-25; 2-28; 2-30; 2-31; 2-32.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 4

MONSTERNEMING EN REKONSTRUKSIE

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 4 is 8 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 3 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomst



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Monsterneming en rekonstruksie te kan beskryf en toepas.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 3.1 tot 3.7 van Phillips. Die afleiding van die oordragsfunksie van die monsternemer is seker die belangrikste resultaat van hierdie leereenheid. Bestudeer die konsepte van ideale monsternemer, die stertransform ($E^*(s)$) met sy eienskappe en ook die frekwensierespons van die nul-orde houbaan.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 3:

3-3; 3-4 a,b; 3-5; 3-8; 3-9; 3-12; 3-13; 3-20; 3-22.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 5

PULSOORDRAGSFUNKSIES VIR OPELUSSTELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 5 is 24 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 4 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die pulsoordragsfunksies vir opelusstelsels te kan bepaal.

Leergedeelte 5.1

Die verwantskap tussen $E(z)$ en $E^*(s)$

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 2 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die verwantskap tussen $E(z)$ en $E^*(s)$ te kan beskryf.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 4.1 en 4.2 van Phillips. Die verwantskap tussen $E(z)$ en $E^*(s)$ soos deur vergelyking 4.3 gedefinieer word, is baie belangrik. Hierdie verwantskap moet geïnterpreteer en toegepas kan word.

Leergedeelte 5.2

Die pulsoordragsfunksie

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 6 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die pulsoordragsfunksie van 'n basiese diskretetyd-opelusstelsel te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 4.3 van Phillips. Hierdie leergedeelte dek die formele definisie van die sogenaamde pulsoordragsfunksie. Dit is maar die oordragsfunksie tussen die gemonsterde inset en die uitset op die monstertye.

Leergedeelte 5.3

Opelusstelsel met 'n digitale filter

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 6 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die pulsoordragsfunksie van 'n diskretetyd-stelsel met 'n digitale filter te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 4.4 van Phillips wat beskryf hoe die pulsoordragsfunksie van 'n diskretetyd-stelsel bepaal word as daar 'n digitale filter (digitale beheerder) in die stelsel is. Alle diskretetyd-stelsels sal tog 'n digitale filter (beheerder) bevat, anders sou die rekenaar geen doel dien in terme van beheer nie.

Leergedeelte 5.4

Die gemodifiseerde z-transform en tydvertragings

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 10 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die pulsoordragsfunksie van 'n diskretetyd-stelsel met tydvertragings te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 4.5 en 4.6 van Phillips wat beskryf hoe die pulsoordragsfunksie van 'n diskretetyd-stelsel bepaal word as daar 'n ideale tydvertraging in die stelsel is. Die gemodifiseerde z-transform word gebruik om so 'n ideale tydvertraging te beskryf. Die verwerkingstyd van 'n digitale filter kan op hierdie manier gemodelleer word.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 4:

4-1; 4-2; 4-3; 4-4; 4-6; 4-9; 4-11; 4-13; 4-14; 4-15; 4-16; 4-18; 4-24.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 6

PULSOORDRAGSFUNKSIES VIR GESLOTELUS-STELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 6 is 15 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 5 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomst



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die pulsoordragsfunksies vir geslotelus-stelsels te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 5.1 tot 5.3 van Phillips. Die prosedure soos in par 5.3 bespreek na aanleiding van die oorspronklike seinvloedigram, is die belangrikste deel van die leereenheid.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 5:

5-1; 5-2; 5-3; 5-4; 5-6; 5-9; 5-11; 5-14; 5-16.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 7

TYDRESPONSEIENSKAPPE VAN DISKRETETYD-STELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 7 is 20 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 6 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die tydresponseienskappe van diskretetyd-stelsels te kan bepaal.

Leergedeelte 7.1

Diskretestelsel-tydrespons

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die effek van diskretisering op die tydrespons van 'n stelsel te kan beskryf.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 6.1 en 6.2 van Phillips. Hierdie leergedeelte beskryf die effek van diskretisering op die tydrespons van 'n stelsel.

Leergedeelte 7.2

Stelselkarakteristieke vergelyking

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- die karakteristieke vergelyking van 'n diskretetyd-stelsel te kan bepaal.

Studiemateriaal



Bestudeer par 6.3 van Phillips.

Leergedeelte 7.3

Afbeelding van s- na z-vlak

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 7 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die posisies van pole in die s-vlak te kan afbeeld op poolposisies in die z-vlak.

Bestudeer die volgende aandagtig

- Bestudeer par 6.4 van Phillips wat stapsgewys die afbeelding van s-vlak pole na die z-vlak bespreek.
- Die resultate op p 216 van Phillips is belangrik want dit gee die verwantskap tussen die z-vlak poolposisies en die dinamiese respons van die stelsel.

Leergedeelte 7.4

Bestendigetoestand-akkuraatheid

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 6 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die bestendigetoestand-fout van 'n diskretetyd-stelsel te kan bepaal.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 6.5 van Phillips wat die bestendigetoestand-foutbepaling van 'n diskretetyd-stelsel bespreek. Net soos met kontinue stelsels kan die bestendigetoestand-fout vir eenheidsterugvoerstelsels in terme van foutkonstantes uitgedruk word.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 6:

6-1; 6-2; 6-4; 6-6; 6-10; 6-12; 6-15; 6-19.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 8

STABILITEIT VAN DIGITALE STELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 8 is 20 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 7 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die stabiliteit van digitale stelsels te kan bepaal.

Leergedeelte 8.1

Stabiliteit

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die stabiliteit van 'n diskretetyd-stelsel te kan beskryf in terme van die poolposisies in die z -vlak.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 7.1 en 7.2 van Phillips. Hierdie leergedeelte beskryf die stabiliteit van 'n diskretetyd-stelsel in terme van die poolposisies in die z -vlak. Pole binne die eenheidsirkel is stabiel, maar pole buite die eenheidsirkel veroorsaak onstabiliteit.

Leergedeelte 8.2

Bi-lineêre transformasie en Routh-Hurwitz

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 6 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die bi-lineêre transformasie op 'n stelsel se pulsoordragsfunksie te kan toepas
- Die stelsels se stabiliteit in die w -vlak te kan analiseer dmv Routh-Hurwitz.

Bestudeer die volgende aandagtig

- Bestudeer par 7.3 van Phillips wat die bi-lineêre transformasie beskryf. Die bi-lineêre transformasie is in essensie 'n transformasie vanaf die z -vlak na die w -vlak waar die imaginêre as weer die skeidslyn tussen stabiele en onstabiele pole is.
- Bestudeer par 7.4 van Phillips wat die Routh-Hurwitz-kriterium vir stabiliteit bespreek. Die w -vlak voorstelling van die diskretetyd-stelsel kan mbv Routh-Hurwitz analiseer word vir stabiliteit.

Leergedeelte 8.3

Jury-stabiliteitstoets

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 5 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die Jury-stabiliteitstoets te kan doen op diskretetyd-stelsels .

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 7.5 van Phillips wat die Jury-stabiliteitstoets beskryf. Die groot voordeel van die Jury-toets is dat die stelsel se stabiliteit direk vanaf die z -vlak karakteristieke vergelyking van die stelsel bepaal kan word.

Leergedeelte 8.4

Die wortellokus

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die wortellokus van 'n diskretetyd-stelsel te kan konstrueer.

Studiemateriaal



Bestudeer par 7.6 van Phillips.

Leergedeelte 8.5

Die bode-diagram

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die Bode-diagram van 'n diskretetyd-stelsel in die w -vlak te kan konstrueer.

Studiemateriaal



Bestudeer par 7.8 van Phillips.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 7:

7-2; 7-3; 7-4; 7-6; 7-7; 7-8; 7-12; 7-20; 7-21; 7-22.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 9

DIGITALE BEHEERDERS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 9 is 24 uur.

Studiemateriaal



Kry **Phillips** hoofstuk 8 gereed as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Digitale beheerders volgens bepaalde kriteria te kan ontwerp.

Leergedeelte 9.1

Fasenaloop-kompensasie

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- 'n Fasenaloop-kompensator vir 'n diskretetyd-stelsel te kan ontwerp.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 8.3 en 8.4 van Phillips wat die proses van Fasenaloop-kompensasie beskryf. Werk deur voorbeeld 8.1.

Leergedeelte 9.2

Fasevoorloop-kompensasie

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- 'n Fasevoorloop-kompensator vir 'n diskretetyd-stelsel te kan ontwerp.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 8.5 en 8.6 van Phillips wat die proses van fasevoorloop-kompensasie beskryf. Werk deur voorbeeld 8.2.

Leergedeelte 9.3

Voorloop-naloop-kompensasie

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- 'n Voorloop-naloop-kompensator vir 'n diskretetyd-stelsel te kan ontwerp.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 8.7 van Phillips wat die proses van voorloop-naloop-kompensasie beskryf. Werk deur voorbeeld 8.3.

Leergedeelte 9.4

PID-beheer

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- 'n PID-kompensator vir 'n diskretetyd-stelsel te kan ontwerp

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 8.8 tot 8.10 van Phillips wat die proses van PID-kompensasie beskryf. Werk deur voorbeelde 8.4 en 8.5.

Leergedeelte 9.5

Ontwerp met die wortellokus

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 4 uur.

Leeruitkomst



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Kompensatorontwerp vir 'n diskretetyd-stelsel te kan doen mbv die wortellokus.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer par 8.11 van Phillips wat die proses van kompensasie dmv die wortellokus beskryf. Werk deur voorbeelde 8.6 en 8.7.

Individuele aktiwiteit



Doen die volgende tutoriaalprobleme uit Phillips hoofstuk 8:

8-1; 8-2; 8-8; 8-9; 8-24; 8-25; 8-26; 8-27; 8-28.

Oplossings vir hierdie probleme word na afloop van die leereenheid voorsien.

Leereenheid 10

KUNSMATIGE NEURALE-NETWERKE EN WASIGE LOGIESE-STELSELS

Studietyd



Die voorgestelde studietyd vir Leereenheid 10 is 6 uur.

Studiemateriaal



Leeders soek self literatuur as teksverwysing.

Leeruitkomste



Aan die einde van hierdie leereenheid moet jy in staat wees om:

- Die werking en toepassing van kunsmatige neurale-netwerke en wasige logiese-stelsels te kan beskryf.

Leergedeelte 10.1

Kunsmatige Neurale-Netwerke

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die konsep en toepassing van kunsmatige neurale-netwerke te kan beskryf.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer relevante wetenskaplike literatuur om jou eie beskrywing van kunsmatige neurale-netwerke te kan saamstel.

Leergedeelte 10.2

Wasige Logiese-stelsels

Studietyd



Die voorgestelde studietyd is 3 uur.

Leeruitkomste



Nadat jy hierdie leergedeelte deurgewerk het, sal jy in staat wees om:

- Die konsep en toepassing van wasige logiese-stelsels te kan beskryf.

Bestudeer die volgende aandagtig

Bestudeer relevante wetenskaplike literatuur om jou eie beskrywing van wasige logiese-stelsels te kan saamstel.