

Telecommunicatie

Code: ELETEL10

Kwartaal 1, Jaar 1

Aantal studiepunten: 7

1 Inleiding

Dit studieonderdeel is bestemd voor tweedejaars studenten van de Opleiding Elektrotechniek. In deze cursus worden vrijwel alle relevante onderwerpen uit het vakgebied van de telecommunicatietechniek behandeld. Het is dan ook een basiscursus voor iedere student Elektrotechniek. Het vormt een goed fundament voor diegenen die zich verder willen verdiepen in bepaalde telecommunicatie-onderwerpen.

2 Werkvormen en studielast

Deze cursus bestaat uit practica. Bij de start van de practica wordt de theorie uitgelegd en toegelicht aan de hand van voorbeelden. Vervolgens pas je de theorie toe in de labopdrachten. Met behulp van Software geDefinieerde Radio's (SDR) worden de theoretische concepten gekoppeld aan de praktische toepassingen.

De verschillende werkvormen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Werkvorm	Omschrijving	Studielast
Practicum	Theorieuitleg en werken aan de opdrachten.	48 klokuren
Zelfstudie	Bestuderen van het studiemateriaal. Voorbereiden en uitwerken van alle labopdrachten.	148 klokuren

3 Competenties

Deze cursus draagt bij aan het ontwikkelen van de competentie:

- **analyseren** bijvoorbeeld door systemen en signalen te kunnen analyseren en het gedrag te bepalen;
- **ontwerpen** bijvoorbeeld modulators en demodulators ontwerpen waarmee informatie overgedragen kan worden;
- **realiseren** bijvoorbeeld bouwen van verschillende modulators en demodulators voor zo-wel analoge als digitale informatie.

4 Leerdoelen

#	Niveau	Weging	De student is in staat om ...
1	B	15 %	... concepten als demping, SNR, reflecties/interferenties en spectrale efficiëntie te kunnen kwantificeren in reële situaties en op basis hiervan ontwerpkeuzes te maken.
2	B	15 %	... in het frequentiedomein de gewenste frequentieband te vinden, herkennen, filteren en gereed te maken voor verdere verwerking.
3	C	15 %	... een overwogen keuze te kunnen maken tussen verschillende modulatietechnieken op basis van vermogensverbruik, robuustheid en complexiteit van zender en ontvanger.
4	D	15 %	... analoge signalen draadloos te versturen en ontvangen door analoge modulatietechnieken te realiseren met basisoperaties binnen GNURadio of Python.
5	D	40 %	... digitale signalen draadloos te versturen en ontvangen door digitale modulatietechnieken te realiseren met basisoperaties binnen GNURadio of Python.

De beheersingsniveaus van de verschillende leerdoelen zijn afkomstig van de taxonomie van Bloom (met een bewerking van Anderson). A = Kennis, onthouden, B = Inzien, begrijpen, C = Toepassen, gebruiken, D = Problemen oplossen, analyseren, synthetiseren.

5 Toetsing en beoordeling

De toetsing bestaat uit verschillende deoltoetsen waarbij je een opdracht uitwerkt tijdens een lab. Bij zo'n deoltoets beantwoord je een aantal vragen en laat je zien dat je de tot dan toe geoefende modulatietechnieken kunt toepassen. Daarnaast wordt de voorbereiding een aantal labs getoetst met een korte quiz.

Toets	Leerdoelen	Weging	Datum
DT1	1, 2, 3 en 4	20 %	Les 3.1
DT2	1, 2, 3 en 5	30 %	Les 5.2
DT3	1, 2, 3 en 5	40 %	Les 8.2
Quizjes	1, 2 en 3	10 %	Week 1, 2, 4 en 7
Herkansing	Alle	100 %	HT4

Gemiste quizjes kunnen niet worden ingehaald.

De geldigheid van de deelresultaten is beperkt tot het studiejaar waarin deze zijn behaald.

Mocht het gewogen eindcijfer onvoldoende ($\leq 5,5$) zijn dan kun je een herkansing doen. De herkansing bestaat uit 3 losse opdrachten voor de 3 deoltoetsen. Je kunt hierbij jouw onvoldoende deoltoetsen herkansen. Je kunt dus niet een opdracht doen waar je al een voldoende deelresultaat voor hebt behaald.

6 Voorkennis

Een aantal eerder langsgekomen onderwerpen zijn voor deze cursus van belang:

Cursus	Onderwerpen
EMS10	Python
WIS10/WIS20	Fourier, complexe getallen
EMS20	Pakketten, CRC
DIS10	Samplen, Filters, FFT

7 Aansluiting op verdere studie

Na deze cursus kun je werken en denken in het frequentiedomein. Deze vaardigheid is waardevol voor vakken als EPS30 en ANE21.

8 Verplichte literatuur

Dit vak maakt gebruik van het online boek PySDR ([Een handleiding voor SDRs en digitale signaalbewerking met Python](#))

9 Docentenbereikbaarheid

Docent	E-mail	MS Teams chat
D. Versluis	VersD@hr.nl	Chat met Daniël Versluis
E. den Boer	BoeEr@hr.nl	Chat met Erwin den Boer
K.A. Muilwijk	MuiKo@hr.nl	Chat met Koen Muilwijk

10 Deadlines en speciale activiteiten

Er zijn geen deadlines naast de momenten waarop de toetsen en quizjes plaatsvinden. Deze kun je vinden in [paragraaf 5](#).

11 Planning

In deze paragraaf wordt de gedetailleerde planning gegeven. De planning kan gedurende het semester nog worden aangepast. Als dit nodig is, dan zal een aangepaste planning worden gepubliceerd.

Week	Lab	Werkvorm	Theorie	Labonderwerp
4.1	1	Lab	Intro, complexe exponenten, mixers, AM	AM ontvangen
		Vorbereiding	Het Frequentiedomein, IQ-sampling, Filters	
	2	Lab	Quiz , Ruis, dB en FM	FM ontvangen
		Vorbereiding	Ruis en dB, Link Budgets, §1. Introductie FM-Radio en RDS, §4. FM Demodulatie	
4.2	1	Lab	bandbreedte digitale signalen en ASK en FSK	ASK/FSK ontvangen
		Vorbereiding	Digitale Modulatie (Alleen §1-3, §7)	
	2	Lab	Quiz , Uitloop	
		Vorbereiding		
4.3	1	Lab	Toets en bespreken toets	DT1 - ontvangen
		Vorbereiding	Alle labs tot nu toe	
	2	Lab	PSK, IQ-diagrammen, Frequentiesynchronisatie	PSK ontvangen geen tijdsynchronisatie
		Vorbereiding	Pulse Shaping, Digitale Modulatie (Alleen §4-6, §8), Synchronisatie (Alleen §1,2,5,6)	
4.4	1	Lab	Quiz , Herhaling mixers, VCO, regelgeving	AM(-SC) en FM zenden
		Vorbereiding	PlutoSDR in Python (Alleen §3)	
	2	Lab	Fourier	ASK/PSK/FSK zenden
		Vorbereiding	Het Frequentiedomein (herhaling)	

Deze tabel wordt vervolgd op de volgende pagina.

Vervolg van de vorige pagina.

Week	Lab	Werkvorm	Theorie	Labonderwerp
4.5	1	Lab Vorbereiding	Uitloop	
	2	Lab Vorbereiding	Toets en bespreken toets	DT2 – zenden
4.6	1	Lab Vorbereiding	Tijdsynchronisatie, Pakketten, MPSK Synchronisatie (Alles)	Data versturen met MPSK
	2	Lab Vorbereiding	FEC, CRC etc. Kanaalcodering , Multipath Fading	Datarate maximaliseren
4.7	1	Lab Vorbereiding	Uitloop	
	2	Lab Vorbereiding	Quiz , Correlatie, PRNG, DSSS	DSSS RX/TX
4.8	1	Lab Vorbereiding	OFDM	OFDM RX/TX
	2	Lab Vorbereiding	Toets en bespreken toets	DT3 – dataoverdracht

Versiehistorie

Datum	Versie	Omschrijving	Auteur
12-09-2018	1.0	Eerste versie.	BouaA
11-12-2018	1.02	Herindeling onderwerpen, aanpassing planning, werkvorm, leerdoelen, toetsing en beoordeling.	KorEr
23-05-2019	1.03	Fout in Leerdoel 3 aangepast, fout in weging leerdoelen per toets aangepast.	KorEr

Wordt vervolgd op de volgende pagina.

Vervolg van de vorige pagina.

Datum	Versie	Omschrijving	Auteur
19-02-2020	1.04	Toetsing en beoordeling, planning aangepast.	KorEr
09-02-2021	1.1	Aangepast aan studiejaar 2020-2021, weekplanning omgegooid: eerst H7-H9, dan de rest. Verder ook leerdoelen aangepast (transmissie-lijnen er uit).	LogEH
20-04-2021	1.11	Bug-fix H5 toetsing en beoordeling.	LogEH
11-04-2022	1.2	QAM toegevoegd bij week 1 en week 2.	LogEH
11-04-2023	1.3	Docenten, literatuur, planning en omschrijving labmondeling aangepast.	VersD
01-04-2024	2.0	Nieuwe opzet, leerdoelen, toetsing.	VersD