

# Telecommunicatie

Code: ELETEL10

Kwartaal 4, Jaar 2

Aantal studiepunten: 7

## 1 Inleiding

Dit studieonderdeel is bestemd voor tweedejaars studenten van de Opleiding Elektrotechniek. De draadloze wereld om ons heen is in de afgelopen jaren enorm veranderd. We denken dan niet alleen aan wifi, maar ook bijvoorbeeld aan GPS signalen, DAB+ radio, bluetooth, LoRa. De basis van al deze technieken heeft grote overeenkomsten. De cursus Telecommunicatie is een inleiding in de basisprincipes van draadloze communicatie waardoor je een dieper begrip krijgt van de werking van deze technieken. Daarnaast wordt er aandacht besteed aan de praktische kanten van deze technieken wat van nut kan komen bij een stage- of afstudeeropdracht.

## 2 Werkvormen en studielast

Deze cursus bestaat uit praktische labs. Op brightspace staan video's waarin de theorie en praktijk van de labs wordt uitgelegd en op <https://pysdr.org/nl/index-nl.html> de theorie. Met behulp van Software geDefinieerde Radio's (SDR) worden de theoretische concepten gekoppeld aan de praktische toepassingen tijdens de labs.

De verschillende werkvormen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

| Werkvorm   |                                                      | Omschrijving | Studielast   |
|------------|------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Practicum  | Werken aan de opdrachten.                            |              | 48 klokuren  |
| Zelfstudie | Bestuderen van het studiemateriaal (PySDR + Videos). |              | 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 modulatoren en demodulatoren ontwerpen waarmee informatie overgedragen kan worden;
- **realiseren** bijvoorbeeld bouwen van verschillende modulatoren en demodulatoren voor zo-wel analoge als digitale informatie.

### 4 Leerdoelen

| # | Niveau | Weging | De student is in staat om ...                                                                                                                                             |
|---|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | B      | 15 %   | ... concepten als damping, 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

Tijdens het vak worden er 4 onderwerpen behandeld. Voor elk onderwerp zijn er een aantal opgaven. De opgaven worden beoordeeld aan de hand van een screencast/video waarin je uitlegt hoe je de opgaven hebt gemaakt en waarom je bepaalde keuzes hebt gemaakt en laat eventuele theoretische uitwerkingen zien. Als bewijs dat er wordt overgezonden moet je naast de screencast ook een videotje van de transmissie inleveren. Alle deadlines vinden plaats op zondag om 23.59 uur van de betreffende week. Het eindcijfer wordt bepaald door de som van het aantal punten dat je hebt behaald voor elk onderwerp, gedeeld door 10.

| Beschrijving | Onderwerp | Leerdoelen   | Punten | Deadline screencast |
|--------------|-----------|--------------|--------|---------------------|
| Onderwerp 1  | AM        | 2, 3, 4      | 20     | Week 3              |
| Onderwerp 2  | FM+RDS    | 2, 3, 4 en 5 | 27     | Week 5              |
| Onderwerp 3  | DSSS      | 1, 3, en 5   | 26     | Week 7              |
| Onderwerp 4  | PSK+Sync  | 1, 3 en 5    | 27     | T4                  |
| Herkansing   | Alle      | -            | -      | HT4                 |

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

Mocht het eindcijfer onvoldoende ( $\leq 5,5$ ) zijn dan kun je de onvoldoende onderwerpen herkansen, waarbij bij elk onderwerp een extra opdracht moet worden meegenomen.

## 6 Voorkennis

Een aantal eerder langsgesproken 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   | <a href="mailto:VersD@hr.nl">VersD@hr.nl</a> | <a href="#">Chat met Daniël Versluis</a> |
| B. Eckhardt   | <a href="mailto:EckBa@hr.nl">EckBa@hr.nl</a> | <a href="#">Chat met Beau Eckhardt</a>   |
| R. Bakker     | <a href="mailto:BaRoy@hr.nl">BaRoy@hr.nl</a> | <a href="#">Chat met Roy Bakker</a>      |
| K.A. Muilwijk | <a href="mailto:MuiKo@hr.nl">MuiKo@hr.nl</a> | <a href="#">Chat met Koen Muilwijk</a>   |

## 10 Deadlines en speciale activiteiten

Er zijn geen speciale activiteiten. De deadlines 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.

| Lesweek    | Onderwerp         | Beschrijving                                             |
|------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>4.1</b> | Introductie en AM | Introductie vak en hardware<br>AM met draaggolf tutorial |
| <b>4.2</b> |                   | AM zonder draaggolf                                      |

Deze tabel wordt vervolgd op de volgende pagina.

Vervolg van de vorige pagina.

| Lesweek    | Onderwerp   | Beschrijving                                   |
|------------|-------------|------------------------------------------------|
| <b>4.3</b> | FM+RDS(PSK) | Intro digitale modulatie                       |
| <b>4.4</b> |             | Eigen apparaat aansturen en FM radio ontvangen |
| <b>4.5</b> | DSSS        | Intro DSSS                                     |
| <b>4.6</b> |             | Decoderen GPS signaal                          |
| <b>4.7</b> | QPSK        | Synchronisatie                                 |
| <b>4.8</b> |             | Zenden/Onvangen QPSK                           |

## Versiehistorie

| Datum      | Versie    | Omschrijving                        | Auteur                     |
|------------|-----------|-------------------------------------|----------------------------|
| 2018-2023  | 1.0 - 1.3 | Eerste versies                      | BouaA, KorEr, LogEH, VersD |
| 01-04-2024 | 2.0       | Nieuwe opzet, leerdoelen, toetsing. | <a href="#">VersD</a>      |
| 09-04-2025 | 2.1       | Aangepaste planning en toetsing.    | <a href="#">VersD</a>      |
| 14-04-2026 | 2.2       | Aangepaste planning en toetsing.    | <a href="#">VersD</a>      |