

# Training Digitale Signaalbewerking 02

Code: ELETDS02

Semester 7, kwartaal 1

Aantal creditpoints (ECTS): 3

## 1 Inleiding

Digital Signal Processing is een belangrijk onderdeel binnen het Embedded Systems vakgebied. Al vele jaren vinden er ontwikkelingen plaats op dit gebied en is er veel interesse in DSP-technieken vanuit de beroepspraktijk. Belangrijke toepassingen van DSP-technieken kunnen gevonden worden in consumentenelektronica, zoals mediaboxen, hoortoestellen, synthesizers, geluidskaarten en smartphones. Ook in de industrie en in het wetenschappelijk onderzoek worden DSP technieken veelvuldig gebruikt in motorcontrollers en complexe systemen, zoals grote sensornetwerken, machine vision systems, telecommunicatieapparatuur, regelsystemen van grote fabrieken en grote satellietarrays voor onderzoeksdoeleinden in de astronomie (zoals de in 2012 vervaardigde LOFAR).

Deze cursus is bedoeld voor laatstejaarsstudenten die de minor Embedded Systems volgen. In deze cursus wordt kort de theoretische achtergrond van DSP-technieken besproken (of opgefrist) waarna de rest van de cursus voornamelijk praktisch van aard is. In dit practicum maken we gebruik van een ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M4 MCU en een geavanceerde codec (coder-decoder) om DSP (audio) algoritmes op te implementeren. Het doel van deze cursus is voornamelijk de student te leren DSP-technieken in de praktijk toe te passen, waarbij gewerkt wordt met specialistische en moderne DSP-hardware.

## 2 Werkvorm

De cursus bestaat uit een practicum van ongeveer 2,5 uur per week, waarnaast thuis nog ongeveer 5,5 uur besteed dient te worden aan voorbereiding en verslaglegging.

In de eerste 4 weken zullen enkele flankerende colleges worden gegeven. Bij het practicum wordt gewerkt in groepjes van 2 studenten die door de docenten worden ingedeeld. Hierbij wordt indien mogelijk een ELE student gekoppeld aan een TI student. Zodanig dat beide studenten qua kennis en ervaring elkaar kunnen aanvullen en versterken.

### **3 Competenties en gedragskenmerken**

De student werkt binnen deze cursus aan de competenties: analyseren, ontwerpen en realiseren<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Een beschrijving van deze competenties kun je vinden in [https://www.hbo-engineering.nl/\\_asset/\\_public/profiel\\_v3.pdf](https://www.hbo-engineering.nl/_asset/_public/profiel_v3.pdf).

## 4 Leerdoelen

#	Niveau	Weging	De student is in staat om ...
1	D	20%	... eenvoudige basisconcepten van DSP in de programmeertaal C te <b>realiseren</b> , zodanig dat de gecompileerde versie van deze realisatie op een bepaald platform correct wordt uitgevoerd.
2	D	20%	... een in frequentiedomein gespecificeerd filter met behulp van computersoftware te <b>ontwerpen</b> en te <b>realiseren</b> zodanig dat het geïmplementeerde filter voldoet aan de daaraan vooraf gestelde eisen.
3	D	60%	... een FIR- en een IIR-filter te <b>ontwerpen</b> , te <b>realiseren</b> , te <b>testen</b> en te <b>optimaliseren</b> . De student kan deze stappen en de hierbij gemaakte keuzes beschrijven in een consistent en taalkundig acceptabel verslag.

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

De toetsing van deze cursus kent twee delen:

- Opdrachten<sup>2</sup> tijdens het practicum;
  - De student dient opdracht 1 t/m 6 van het practicum afgerond te hebben. Deze opdrachten dienen afgetekend te zijn door de docent<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Deze opdrachten kun je vinden in het [Lab Work Handbook](#) ze worden in dit Engelstalige document assignment 1 t/m 7 genoemd.

<sup>3</sup> Opdrachten worden in principe alleen afgetekend tijdens de ingeroosterde practicumuren.

- Het afronden van de opdrachten mag in tweetallen.
2. Verslaglegging opdracht 5 t/m 7.
- Het eindcijfer wordt deels bepaald aan de hand van dit verslag.
  - Ook dit verslag mag in tweetallen uitgevoerd worden.

*Voorwaarde voor het nakijken* is dat alles eigen werk is. Blijkt er niet te zijn voldaan aan deze voorwaarde, dan wordt er onmiddellijk een fraudemelding gedaan bij de examencommissie. Als er twijfel is over de bijdrage van één student van een groepje van twee studenten dan kunnen de docenten deze studenten om een extra mondelinge toelichting vragen.

Deze cursus kan herkanst worden in de herkansingsweek van kwartaal 1 (HT1 = na afloop van kwartaal 2). Let op! Bij een onvoldoende moeten andere opdrachten worden gemaakt.

## 6 Beoordeling

In totaal kunnen studenten voor deze cursus 100 punten verdienen. Het eindcijfer wordt als volgt bepaald. Als opdracht 1 t/m 6 van het practicum afgerond zijn, dan  $P = 1$ , anders  $P = 0$ . Tevens gegeven  $V$ , het aantal punten behaald voor onderdeel 2, het verslag. Hiermee kan men minimaal 0 en maximaal 60 punten verdienen.

Het eindcijfer  $C$  wordt nu gegeven door:

$$C = \frac{P \times 40 + V}{10} \quad (1)$$

Dit cijfer wordt vervolgens op de gebruikelijke manier afgerond tot een geheel cijfer. Als de deadlines beschreven in [hoofdstuk 12](#) overschreden worden, dan wordt het cijfer ND (= niet deelgenomen) toegekend.

De criteria voor het verslag zijn te vinden in het document [Report Requirements](#).

## 7 Voorkennis

Er wordt vanuit gegaan dat de studenten een microcontroller in de programmeertaal C kunnen programmeren.

Omdat ook studenten van Technische Informatica deelnemen aan de minor Embedded Systems en omdat de theorie over DSP weggezaakt kan zijn bij de studenten afkomstig van Elektrotechniek wordt de benodigde theoretische voorkennis op het gebied van Fourier-spectra en filterontwerp opgefrist in de eerste drie weken van deze cursus.

## 8 Aansluiting op verdere studie

Deze cursus is één van de cursussen binnen de minor Embedded Systems en tevens één van de laatste vakken voor het afstuderen. Studenten kunnen eventueel in de afstudeeropdracht te maken krijgen met de onderwerpen die bij dit vak worden behandeld.

De voor dit vak benodigde kennis van de programmeertaal C wordt in de cursus ELECXX01 (Advanced C Programming), die parallel aan deze cursus gegeven wordt, opgefrist en verder verdiept.

De in deze cursus opgedane kennis over de architectuur van processoren wordt in de cursus ELECTA01 (Computer Techniek en Architectuur), die gegeven wordt in het tweede kwartaal van de minor, gebruikt en verder verdiept.

## 9 Planning en studieopdrachten

Zie [tabel 1](#).

## 10 Verplichte literatuur

Geen.

Aanbevolen worden:

- *Inleiding Digitale Signaalbewerking met Maple en Matlab* – Lynn en Fuerst. ThiemeMeulenhof, 2004. ISBN: 978-90-5574-448-0. Dit boek wordt gebruikt bij het vak ENG DSP01;
- *Digital Signal Processing Using the ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M4* – Reay. John Wiley & Sons, Inc., 2015. ISBN: 978-1-118-85904-9. Dit boek maakt gebruik van dezelfde processor die wij gebruiken;
- *Real-Time Digital Signal Processing: Fundamentals, Implementations and Applications* – Kuo, Lee en Tian. MK Publishing, 2013. ISBN: 978-1-118-41432-3. Dit boek maakt gebruik van (bijna) dezelfde codec die dat wij gebruiken.

## 11 Docentenbereikbaarheid

Docent: J.Z.M. Broeders  
E-mail: [BroJZ@hr.nl](mailto:BroJZ@hr.nl)  
Kamer: Academieplein APD00.036  
Telefoonnummer: 010 794 5057

Docent: K.A. Muilwijk  
E-mail: [MuiKo@hr.nl](mailto:MuiKo@hr.nl)  
Kamer: Academieplein APD00.036  
Telefoonnummer: 010 794 4679

## 12 Aanwezigheidsnorm en deadlines

Aanwezigheid is niet verplicht maar wel noodzakelijk want een deel van de toetsing vind plaats tijdens het practicum zie [hoofdstuk 5](#).

De deadlines voor het voldoen van alle opdrachten en het inleveren van het eindverslag is dinsdag om 23:59 uur in lesweek 9 (week T1) van het eerste kwartaal. Opdrachten die na (onafhankelijk van hoe lang na) de deadlines ingeleverd

worden, worden niet meer nagekeken! De deadline voor het inleveren van de herkansingsopdrachten is dinsdag 23:59 in week HT1 (na afloop van kwartaal 2).

## Versiehistorie

Datum	Versie	Omschrijving	Auteur
27-08-2019	1.6 <sup>4</sup>	Aangepast voor studiejaar 2019 – 2020. Docentbereikbaarheid en planning aangepast.	BroJZ
01-09-2018	1.5	Aanwezigheidsplicht verwijderd en beoordeling aangepast.	BroJZ
17-11-2017	1.4	Aangepast voor studiejaar 2018 – 2019. Bonusopdracht verwijderd.	BroJZ
22-08-2017	1.3	Aangepast voor studiejaar 2017 – 2018.	BroJZ
26-08-2016	1.2	Aangepast voor studiejaar 2016 – 2017.	BroJZ
25-07-2015	1.1	Omgezet naar $\text{\LaTeX}$ , enkele fouten verbeterd, planning aangepast en hoofdstukken 8 en 10 uitgebreid.	BroJZ
01-11-2013	1.0	Eerste versie.	PelJH

<sup>4</sup> Toelichting versiecodering  $A.Bc$ :  $A$  = grote aanpassing,  $B$  = kleine aanpassing,  $c$  = taal- of wiskundige correcties.

**Tabel 1:** Detailplanning voor ELETDS02 – Training Digitale Signaalverwerking

Lesweek	Werkvorm	Tijd	Beschrijving
<b>1</b> Introductie	College / practicum	2,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introductie.</li> <li>• Opfrissing DSP theorie (Tijd en frequentiedomein, elementen van DSP systemen).</li> <li>• Opdracht 0: Introductie.</li> <li>• Werken aan opdracht 1 en 2.</li> </ul>
	Huiswerk / zelfstudie	5,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verder werken aan opdracht 1 en 2.</li> </ul>
<b>2</b>	College / practicum	2,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opfrissing DSP theorie (Filters en filterkarakteristiek, terminologie).</li> <li>• Afronden opdracht 1 en 2.</li> </ul>
	Huiswerk / zelfstudie	5,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken aan opdracht 3.</li> </ul>
<b>3</b>	College / practicum	2,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opfrissing DSP theorie (IDTFT, BLT).</li> <li>• Afronden opdracht 3.</li> </ul>
	Huiswerk / zelfstudie	5,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken aan opdracht 4.</li> </ul>
<b>4</b>	College / practicum	2,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie fixed point rekenen.</li> <li>• Afronden opdracht 4.</li> </ul>
	Huiswerk / zelfstudie	5,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken aan opdracht 5.</li> </ul>
<b>5 t/m 8</b>	College / practicum	2,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afronden en aftekenen opdrachten 5 t/m 7.</li> </ul>
	Huiswerk / zelfstudie	5,5 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken aan opdrachten 5 t/m 7.</li> </ul>
<b>9</b>	Deadline	8 uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deadline aftekenen opdrachten en inleveren verslag: dinsdag 23:59 uur.</li> </ul>