

Opdrachten per leerdoel kwartaal 3

In kwartaal 3 van DIS10 werk je aan vier leerdoelen. Deze vier leerdoelen worden getoetst met een schriftelijk tentamen waarbij je 40 punten kunt behalen. Tien punten per leerdoel. Per leerdoel zijn er een aantal mogelijke vragen die je op het tentamen kunt verwachten. In dit document worden alle mogelijke type vragen per leerdoel opgesomd. Daarbij wordt verwezen naar concrete vragen die je al eerder als huiswerk hebt gemaakt en naar vragen uit oude tentamens die beschikbaar zijn op de [wiki](#).

Let op! Als een type vraag nog niet in een oud tentamen is gebruikt, dan kan dit type vraag wel in het komende tentamen worden gebruikt.

1 Leerdoel 1

De student is in staat om een tijd-discreet signaal of LTI-systeem te analyseren in het tijddomein, zodanig dat bijvoorbeeld de impuls- en stapresponsie berekend kan worden.

1.1 Gegeven: analoog signaal $x(t)$.

A Gevraagd: beste samplefrequentie.

Voorbeelden: oefenopgave [1.3](#), toets: [oefen.1a](#), [2023-2024.2a](#).

B Gevraagd: $x[n]$ bij gegeven f_s .

Voorbeelden: toets: [oefen.1b](#), [2023-2024.2b](#).

1.2 Gegeven: tekening of tabel met samples van $x[n]$ ¹.

A Gevraagd: teken $y[n] =$ formule waarin x voorkomt.

Voorbeelden: boek: [1.4](#), toets: [2022-2023.1](#).

B Gevraagd: formule voor $x[n]$.

Voorbeelden: boek: [1.6](#), [2.1](#), toets: [2023-2024.1b](#).

¹ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $x[n]$, $y[n]$, $h[n]$ enzovoorts.

1.3 Gegeven: formule voor $x[n]^2$.

A Gevraagd: teken $x[n]$.

Voorbeelden: presentatie: [1.30](#), [1.31](#), boek: [1.7](#), [2.3](#), oefenopgave: [1.1](#), toets: [2023-2024.1a](#).

1.4 Gegeven: formule voor digitaal systeem $y[n] = \dots$

A Gevraagd: teken $y[n]$.

Voorbeelden: oefenopgave [1.2](#).

B Gevraagd: lineair?, tijdsinvariant?, causaal?, stabiel?, bevat geheugen?.

Voorbeelden: presentatie [1.34](#), boek: [1.10](#), oefenopgave [1.2](#), [2024-2025.1b](#).

1.5 Gegeven: formule voor LTI-systeem $y[n] = \sum_{m=0}^M b_m \cdot x[n-m] + \sum_{m=1}^K a_m \cdot y[n-m]$.

A Gevraagd: blokschema.

Voorbeelden: boek: [1.13](#), [1.14](#), oefenopgave [1.4](#), toets: [2021-2022.1a](#), [2024-2025.1a](#).

B Gevraagd: impulsresponsie $h[n]$.

Voorbeelden: presentatie [2.15](#), boek: [2.4](#), [2.6](#), toets: [2021-2022.1b](#).

C Gevraagd: stapresponsie $s[n]$.

Voorbeelden: presentatie [2.20](#), boek: [2.8](#), [2.9](#).

D Gevraagd: eindwaarde stapresponsie $\lim_{n \rightarrow \infty} s[n]$.

Voorbeelden: presentatie [2.20](#), boek [2.9](#), toets: [2021-2022.1c](#), [2022-2023.3](#).

1.6 Gegeven: blokschema van LTI-systeem.

A Gevraagd: formule $y[n] = \dots$

Voorbeelden: presentatie: [1.35](#), toets: [2019-2020.1a](#), [2020-2021.1a](#).

B Gevraagd: impulsresponsie $h[n]$.

Voorbeelden: toets: [2020-2021.1b](#).

² Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $x[n]$, $y[n]$, $h[n]$ enzovoorts.

C Gevraagd: stapresponsie $s[n]$.
 Voorbeelden: toets: [2020-2021.1b](#).

D Gevraagd: eindwaarde stapresponsie $\lim_{n \rightarrow \infty} s[n]$.
 Voorbeelden: toets: [2020-2021.1c](#).

1.7 Gegeven: impulsresponsie $h[n]$.

A Gevraagd: stapresponsie $s[n]$.
 Voorbeelden: boek [2.7](#), toets: [2022-2023.2](#).

1.8 Gegeven: impulsresponsie $h[n]$ en ingangssignaal $x[n]$.

A Gevraagd: causaal?, stabiel?, bezit geheugen?.
 Voorbeelden: toets [oefen.2a](#), [2018-2019.1a en 1b](#).

B Gevraagd: uitgangssignaal $y[n]$ m.b.v. convolutie.
 Voorbeelden: boek [2.10](#), toets: [oefen.2b](#), [2018-2019.1c](#), [2024-2025.2](#).

2 Leerdoel 2

De student is in staat om een tijd-discreet signaal of LTI-systeem gespecificeerd in het tijddomein om te zetten naar een representatie in een frequentiedomein en vice versa. (d.m.v. de DFT, DTFT, Z-transformatie) zodanig dat het signaal of systeem makkelijker te analyseren is.

2.1 Gegeven: Samples van periodiek signaal $x[n]$ ³.

A Gevraagd: spectrale coëfficiënten a_k van de discrete Fourier-reeks van dit signaal.
 Voorbeelden: presentatie: [3.9](#), [3.19](#), [3.20](#), toets: [oefen.3](#), [2019-2020.2](#), [2021-2022.2](#).

2.2 Gegeven: spectrale coëfficiënten a_k van de discrete Fourier-reeks van signaal $x[n]$ ⁴.

A Gevraagd: Samples van periodiek signaal $x[n]$.
 Voorbeelden: presentatie: [3.22](#), toets: [2022-2023.4](#).

³ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $x[n]$, $y[n]$, $h[n]$ enzovoorts.

⁴ Zie [voetnoot 3](#).

2.3 Gegeven: formule van periodiek signaal $x[n] = \dots$ ⁵.

- A** Gevraagd: spectrale coëfficiënten a_k van de discrete Fourier-reeks van dit signaal.
Voorbeelden: boek: [3.1](#), toets: [2018-2019.2](#).

2.4 Gegeven: formule $x[n] = \dots$ ⁶.

- A** Gevraagd: $X(\Omega)$ m.b.v Discrete-Time Fourier Transform.
Voorbeelden: presentatie: [3.60](#), [3.61](#), boek: [3.11](#), [3.12](#), toets: [oefen.4a](#).
- B** Gevraagd: $X(z)$ m.b.v. Z-transformatie.
Voorbeelden: oefenopgave: [5.6](#), toets: [2020-2021.2](#), [2023-2024.3](#).

2.5 Gegeven: formule $X(\Omega) = \dots$ ⁷.

- A** Gevraagd: $x[n]$ m.b.v Inverse Discrete-Time Fourier Transform.
Voorbeelden: oefenopgave: [5.3](#), toets: [oefen.4b](#), [2020-2021.3](#), [2023-2024.4](#).
- B** Gevraagd: $X(z)$.
Voorbeelden: toets: [2022-2023.6a](#).

2.6 Gegeven: overdracht van een LTI-systeem $H(\Omega) = \dots$

- A** Gevraagd: $y[n] = \dots$
Voorbeelden: oefenopgave: [5.2](#), toets: [2024-2025.4a](#).
- B** Gevraagd: We vertragen de uitgang $y[n]$ met k sampleperiodes. Geef de $H(\Omega)$ van dit nieuwe systeem (oorspronkelijke $H(\Omega)$ plus vertraging)?
Voorbeelden: toets: [2024-2025.4b](#).

2.7 Gegeven: overdracht van een LTI-systeem $H(z) = \dots$

- A** Gevraagd: bepaal de (causale) overdracht in het tijddomein $y[n] = \dots$
Voorbeelden: boek: [4.14a](#), oefenopgave: [5.7](#), toets: [oefen.5a](#), [2022-2023.5](#).

⁵ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $x[n]$, $y[n]$, $h[n]$ enzovoorts.

⁶ Zie [voetnoot 5](#).

⁷ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $X(\Omega)$, $Y(\Omega)$, $H(\Omega)$ enzovoorts.

- B** Gevraagd: bepaal de impulsresponsie $h[n]$.
Voorbeelden: boek: [4.14b](#), oefenopgave [6.1](#).
- C** Gevraagd: bepaal de stapresponsie.
Voorbeelden: toets: [2019-2020.5b](#).

2.8 Gegeven: formule $X(z) = \dots$ ⁸.

- A** Gevraagd: $x[n]$ m.b.v inverse Z-transformatie.
Voorbeelden: boek: [4.4.6b](#), presentatie: [5.52](#), toets: [2021-2022.3](#), [2024-2025.3](#).
- B** Gevraagd: De eerste k sample-waarden van $x[n]$ m.b.v inverse Z-transformatie.
Voorbeelden: boek: [4.2](#).

2.9 Gegeven: formule voor LTI-systeem $y[n] = \sum_{m=0}^M b_m \cdot x[n-m] + \sum_{m=1}^K a_m \cdot y[n-m]$.

- A** Gevraagd: $H(\Omega)$, $H(z)$ of $H(f)$ bij gegeven f_s .
Voorbeelden: presentatie [3.51](#), [3.58](#), [5.49](#), [5.50](#), boek: [3.13](#), oefenopgave: [5.1a](#).
- B** Gevraagd: overdracht $|H(\Omega)|$, $|H(z)|$ of $|H(f)|$ bij gegeven f_s .
Voorbeelden: presentatie [3.52](#), boek: [3.13](#), oefenopgave: [5.1b](#).
- C** Gevraagd: fasedraaiing $\Phi_H(\Omega)$, $\Phi_H(z)$ of $\Phi_H(f)$ bij gegeven f_s .
Voorbeelden: presentatie [3.52](#).
- D** Gevraagd: welke frequentie (Ω , z of f bij gegeven f_s) wordt maximaal/minimaal versterkt.
Voorbeelden: presentatie: [3.58](#).
- E** Gevraagd: fasedraaiing $\Phi(H(\Omega))$, $\Phi(H(z))$ of $\Phi(H(f))$ bij gegeven f_s .
Voorbeelden: oefenopgave: [5.1c](#).

3 Leerdoel 3

De student is in staat om de frequentieresponsie van een systeem te analyseren aan de hand van de polen en nulpunten van dat systeem.

⁸ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $X(z)$, $Y(z)$, $H(z)$ enzovoorts.

3.1 Gegeven: formule voor LTI-systeem $y[n] = \sum_{m=0}^M b_m \cdot x[n-m] + \sum_{m=1}^K a_m \cdot y[n-m]$.

A Gevraagd: $H(z)$.

Voorbeelden: oefenopgave: [5.5a](#), toets: [2019-2020.4a](#), [2021-2022.4a](#).

B Gevraagd: voeg een pool of nulpunt toe om onnodige vertraging te voorkomen.
Voorbeelden: toets: [2021-2022.4b](#).

C Gevraagd: bepaal de polen en nulpunten van de overdrachtsfunctie $H(z)$ en schets deze in het Z-vlak.

Voorbeelden: oefenopgave: [5.5b](#), toets: [2019-2020.4b](#), [2021-2022.4c](#).

D Gevraagd: Schets de versterkingsfactor van deze overdrachtsfunctie $|H(z)|$, $|H(\Omega)|$ of $|H(f)|$ bij gegeven f_s .

Voorbeelden: toets: [2019-2020.4c](#), [2021-2022.4d](#).

E Gevraagd: leg uit of dit een laagdoorlaat, hoogdoorlaat, bandstop of een banddoorlaat filter is.

Voorbeelden: toets: [2019-2020.4d](#).

F Gevraagd: leg uit waarom dit een FIR of een IIR filter is.

Voorbeelden: toets: [2019-2020.4e](#).

3.2 Gegeven: formule $X(z) = \dots$ ⁹.

A Gevraagd: bepaal de polen en nulpunten van dit signaal en schets deze in het Z-vlak.

Voorbeelden: boek: [4.9b](#).

B Gevraagd: leg uit of dit signaal stabiel is of niet.

Voorbeelden: boek: [4.9b](#).

3.3 Gegeven: $H(z)$.

A Gevraagd: voeg een pool of nulpunt toe om onnodige vertraging te voorkomen.

Voorbeelden: *nog toevoegen*.

⁹ Dit kan elk willekeurig signaal zijn, dus $X(z)$, $Y(z)$ enzovoorts.

- B** Gevraagd: bepaal de polen en nulpunten van de overdrachtsfunctie $H(z)$ en schets deze in het Z-vlak.
Voorbeelden: boek: [4.8a t/m c](#), toets: [oefen.5b](#), [2018-2019.4a](#), [2020-2021.4a](#), [2022-2023.6b](#), [2023-2024.5a](#), [2024-2025.5a](#).
- C** Gevraagd: Schets de versterkingsfactor van deze overdrachtsfunctie $|H(z)|$, $|H(\Omega)|$ of $|H(f)|$ bij gegeven f_s of bereken de versterkingsfactor bij een bepaalde z , Ω of f bij gegeven f_s .
Voorbeelden: boek: [4.14c](#), toets: [oefen.5c en 5d](#), [2018-2019.4b en 4c](#), [2020-2021.4b](#), [2022-2023.6c](#), [2023-2024.5b](#), [2024-2025.5c en 5d](#).
- D** Gevraagd: Schets de fasedraaiing $\Phi(H(\Omega))$, $\Phi(H(z))$ of $\Phi(H(f))$ bij gegeven f_s of bereken de fasedraaiing bij een bepaalde z , Ω of f bij gegeven f_s .
Voorbeelden: boek: [4.14c](#).
- E** Gevraagd: leg uit of dit systeem stabiel is of niet.
Voorbeelden: toets: [2018-2019.5](#), [2019-2020.5a](#).
- F** Gevraagd: leg uit of dit een FIR- of een IIR-filter is.
Voorbeelden: toets: [oefen.5e](#), [2018-2019.4e](#), [2020-2021.4c](#), [2022-2023.6d](#), [2023-2024.5e](#), [2024-2025.5b](#).
- G** Gevraagd: leg uit of dit een laagdoorlaat, hoogdoorlaat, bandstop of een banddoorlaat filter is.
Voorbeelden: toets: [oefen.5f](#), [2018-2019.4d](#), [2023-2024.5c](#).

3.4 Gegeven: polen en nulpunten van een signaal in het Z-vlak.

- A** Gevraagd: schets de amplitudekarakteristiek van dit signaal voor $0 \leq \Omega \leq \pi$ of voor $0 \leq f \leq f_s/2$ voor een gegeven f_s .
Voorbeelden: boek: [4.11a en c](#).

3.5 Gegeven: polen en nulpunten van een overdracht in het Z-vlak.

- A** Gevraagd: schets de amplitudekarakteristiek van dit signaal voor $0 \leq \Omega \leq \pi$ of voor $0 \leq f \leq f_s/2$ voor een gegeven f_s .
Voorbeelden: *nog toevoegen*.

- B** Gevraagd: leg uit of dit een laagdoorlaat, hoogdoorlaat, bandstop of een band-doorlaat filter is.
Voorbeelden: [4.11a en c](#).
- C** Gevraagd: leg uit of dit FIR- of een IIR-filter is.
Voorbeelden: *nog toevoegen*.

4 Leerdoel 4

De student is in staat om een digitaal filter te ontwerpen, realiseren en testen met behulp van zowel software als hardware tools op een embedded platform.

- 4.1** Gegeven: ideale overdracht van een filter (type filter met kantelfrequenties Ω_c of f_c bij gegeven f_s).
- A** Gevraagd: teken deze overdracht.
Voorbeelden: toets: [2019-2020.3a](#), [2022-2023.7a](#).
- B** Gevraagd: bepaal met behulp van de Inverse Discrete-Time Fourier Transform de gewenste impulsresponsie $h[n]$ ¹⁰.
Voorbeelden: toets: [2019-2020.3b](#), [2022-2023.7b](#).
- C** Gevraagd: maak deze impulsresponsie causaal voor een gegeven orde van het filter, oftewel bereken de coëfficiënten b_m van dit filter.
Voorbeelden: toets: [2018-2019.3](#), [2019-2020.3c](#), [2022-2023.7c](#).
- D** Gevraagd: schets deze impulsresponsie.
Voorbeelden: toets: [2019-2020.3d](#).
- 4.2** Gegeven: eigenschappen van een filter.
- A** Gevraagd: schets de polen en nulpunten in het Z-domein.
Voorbeelden: [6.3a](#).
- B** Gevraagd: bepaal de overdrachtsfunctie $H(\Omega)$.
Voorbeelden: [6.3b](#).

¹⁰ Merk op dat $h[0]$ vaak apart uitgerekend moet worden.

C Gevraagd: bepaal door het plaatsen van polen en nulpunten de benodigde overdrachtsfunctie $H(z)$.

Voorbeelden: boek: [4.13](#), presentatie: [6.7](#), toets: [2020-2021.5a](#), [2021-2022.5a](#), [2023-2024.6](#), [2024-2025.6](#).

D Gevraagd: de (causale) differentievergelijking van dit filter $y[n] = \dots$.

Voorbeelden: boek: [4.13](#), toets: [2020-2021.5b](#), [2021-2022.5b](#), [2023-2024.5d](#).