

# Hertentamen Signalen en Systemen

1 februari 2006, 9.00–12.00



Belangrijke punten:

- U bent verplicht om uw collegekaart tijdens de tentamen mede te nemen.
- Schrijf zo netjes mogelijk met een pen of vulpen (geen potlood).
- Vul de kop van het eerste blad volledig in.
- Nummer de bladen en zet bovenaan het eerste blad het totaal aantal ingeleverde bladen en voorzie ieder blad van uw naam.
- Schrijf uw naam op de envelop. Na afloop van het tentamen doet u uw werk in de envelop en levert deze in. Plak deze envelop niet dicht.
- Lees de opgaven eerst rustig door.
- Besteed niet te veel tijd aan een enkele opgave.
- **Dit is een open boek tentamen.** De student mag een schoon exemplaar van het boek, dus zonder aantekeningen en notities, tijdens het tentamen raadplegen.

-- SUCCES --

**Opgave 1: (20%)**

Voor de nieuwste James Bond film worden opnamen gemaakt van een landings-scene van Cessna sportvliegtuigje op een luchthaven. Zojuist is dit vliegtuigje met een propellor met 3 propellorbladen geland op de luchthaven. Beelden van dit vliegtuigje worden opgenomen met een filmcamera met een opnamesnelheid van 24 beeldjes per seconde. Tijdens de montage van de film ontwaart de film-regiseur bij het afspelen een merkwaardig schouwspel waarbij het lijkt alsof de propellor van het vliegtuigje afwisselend vooruit draait, achteruit draait en zelfs stilstaat.

1. Bepaal alle mogelijke draaisnelheden van de propellor in toeren per minuut (rpm) tijdens de opname zodanig dat het op de film lijkt dat de propellor stilstaat.
2. Filmbeelden worden voor de televisie geschikt gemaakt door de film, opgenomen met 24 beeldjes per seconde, af te spelen met 25 beeldjes per seconde. Bepaal alle mogelijke draaisnelheden van de propellor in toeren per minuut (rpm) tijdens de opname zodanig dat op de televisie lijkt dat de propellor stilstaat.
3. Bepaal de laagste draaisnelheid van de propellor in toeren per minuut (rpm) tijdens de opname zodanig dat het op de film lijkt alsof de propellor 6 propellorbladen heeft.

**Opgave 2: (25%)**

Beschouw het filter met input  $x$  en output  $y$  dat beschreven wordt door de differentievergelijking:

$$y[n] = \frac{1}{2}y[n-1] + x[n] - \frac{5}{6}x[n-1] + \frac{1}{6}x[n-2]$$

1. Bepaal de overdrachtsfunctie  $H(z)$ .
2. Teken een blokschema van dit filter waarbij gebruik gemaakt wordt van de componenten: opteller, vermenigvuldiger en eenheidsvertegens-element.
3. Bepaal de gelijkstroomversterking (DC-amplification) van dit filter.
4. Maak een polen-nulpunten plot.
5. Bestaat er een eenvoudiger filter met dezelfde functionaliteit? Zo ja geef de differentievergelijking, zo nee waarom niet.

**Opgave 3: (30%)**

Beschouw een lineair tijd-invariant filter met input  $x$  en output  $y$  dat wordt beschreven door de differentievergelijking

$$y[n] = x[n + 1] + 2x[n] + x[n - 1]$$

1. Is dit filter causaal? Beargumenteer uw antwoord.
2. Geef een uitdrukking voor de frequentierespons  $H(e^{j\hat{\omega}})$  als functie van  $\hat{\omega}$ .
3. Is de frequentierespons  $H(e^{j\hat{\omega}})$  als functie van  $\hat{\omega}$  een periodieke functie? Zo ja, wat is de periode?
4. Bepaal de versterking van dit filter als functie van  $\hat{\omega}$ .
5. Bepaal de faseverschuiving van dit filter als functie van  $\hat{\omega}$ .
6. Gegeven de input van het filter  $x[n] = \sin(\pi n/3)$ . Bepaal de output  $y[n]$  van dit filter.

**Opgave 4: (25%)**

Beschouw een tijddiscreet filter met de impulsrespons:

$$h[n] = \begin{cases} a^n & \text{voor } n \geq 2 \\ 0 & \text{voor } n < 2 \end{cases}$$

1. Is dit filter causaal? Beargumenteer uw antwoord.
2. Is dit filter stabiel? Beargumenteer uw antwoord.
3. Bepaal de staprespons van dit filter. De staprespons is de uitvoer van het filter gegeven de eenheidsstapfunctie (unit-step)  $u[n]$  als invoer.
4. Bepaal de output  $y[n]$  als de input  $x[n]$  gefilterd wordt met dit filter, waarbij:

$$x[n] = u[n + 2] - u[n - 2]$$

met de functie  $u[n]$  bedoelen we de eenheidsstapfunctie (unit-step).