

# Examen

Achim Vandierendonck

2014 - 2015

## 1 Theorie

### Vraag 1 (2 punten)

- Beschrijf hoe je de kruiscorrelatiefunctie en convolutie grafisch kan interpreteren en bepalen.
- Schets deze twee functies voor twee signalen (signaal 1 is een driehoek met maximale amplitude 1 in  $T/2$  met van nul verschillende amplitude in  $(0,T)$ ; signaal twee is een rechthoekige puls met amplitude 1 in het interval  $(0,2T)$ ).
- Wat is de relatie tussen deze twee functies?

**Vraag 2 (2 punten)** Gegeven een ideale DAC + BDF filter voor een reëel BDF signaal in  $(2F,3F)$  en met  $f_s = 2F$ .

- Is perfecte reconstructie mogelijk? Motiveer.
- Indien we gebruik zouden maken van een gewone DAC aan dezelfde  $f_s$ , is het dan nog mogelijk? Zo niet, zou je aanpassingen kunnen doen aan dit schema zodanig dat het toch mogelijk is aan deze samplefrequentie. Motiveer.

**Vraag 3 (2 punten)** Gegeven een polen en nullen diagram van een IIR filter. Nullen in  $z = \pm j$ ,  $z = -1$  (dubbel), polen in  $0.9 \exp(\pm j\pi/3)$ .

- Bepaal de eerste 3 samples van het impulsantwoord. Tip: wiskundige elegantie wordt beloond.
- Is dit filter causaal? (Motiveer) Indien niet, hoe zou je het polen en nullen diagram kunnen aanpassen om het filter toch causaal te maken, zonder het amplitudespectrum aan te passen?

### Vraag 4 (3 punten)

- Beschrijf waarom en hoe OLA werkt. Bepaal het aantal bewerkingen nodig om de convolutie van  $x(n)$  (reëel) en  $h(n)$  (eveneens reëel) te bepalen aan de hand van deze methode.
- Hoe kan je met behulp van FFT dit sneller maken (geen formules). Maak hierbij nog geen gebruik van de eigenschap dat het om een reëel signaal gaat.
- Hoe kan je bovenstaande methode nog verder versnellen door nu wel te veronderstellen dat het signaal  $x(n)$  reëel is.

### Vraag 5 (3 punten)

- Bespreek waarom men een venster van 'voldoende lengte' moet nemen bij het inspecteren van een vermogenspectrum, en hangt deze 'voldoende lengte' af van het gekozen venster?
- Welke fouten kan je niet corrigeren door de vorm van het venster aan te passen?
- Hoe kan je die fouten toch oplossen?

## 2 Oefeningen

Beschrijf hoe je volgend probleem zou oplossen (geef stelsels etc. maar los ze niet op): Gegeven een telefonesysteem met ontvangen spraaksignaal  $s(n)$ , eigen spraak  $u(n)$  en echo  $e(n)$ . De echo is het gevolg van een oneindig lang impulsantwoord in  $(M_0, \infty)$  van een onbekend LTI systeem.

1. Bespreek hoe je een filter met 32 coëfficiënten zou kunnen maken dat de echo zo goed mogelijk probeert te onderdrukken door gebruik te maken van een opname van lengte  $I$  (voldoende lang). Je mag aannemen dat  $u(n)$  en  $s(n)$  niet gecorreleerd zijn en dat de signalen voldoende energie bezitten binnen dat interval. *Tip: denk aan de laatste theorieles.* (3 punten)
2. Ontwerp een derde orde (reëel) FIR filter dat aan volgende specificaties voldoet (4 punten):
  - Fasekarakteristiek constant gelijk aan  $\pi/2$ .
  - Bij lage frequenties wordt de amplitudekarakteristiek gegeven door  $2\pi fTs$ .
  - Amplitudekarakteristiek maximaal voor  $fTs \geq 1/4$ .
  - Een zo'n groot mogelijke attenuatie voor  $fTs \geq 1/3$ .