

Genereren van signalen, FFT en filteren van signalen

Opgave 1

1. Genereer een sinus met frequentie $f = 20Hz$ en sample dit signaal met 1000 samples per seconde. Wat is de frequentie Ω van de gesampelde sinus? ($\Omega = \omega.T_s = 2\pi fT_s$) En wat is de periode N ?
2. De FFT gebruikt als basisfrequentie $\frac{2\pi}{128}$ en veelvouden daarvan. Bij welke veelvouden ligt de frequentie van de sinus het dichtst in de buurt?
3. Vul de volgende tabel in:

f	Ω met $T_s = 0.001$	periode N	?de harm $< \Omega < ?$ de harm
$20Hz$			
$30Hz$			

4. Bekijk de FFT van deze sinus. Verklaar de piek in het frequentiespectrum. Idem voor $f = 30Hz$.

Opgave 2

1. Genereer een sinus met frequentie $f = 20Hz$ en 500 samples per seconde. Wat is de frequentie Ω van de gesampelde sinus? En wat is de periode N ?
2. Vul de volgende tabel in:

f	Ω met $T_s = 0.002$	periode N	?de harm $< \Omega < ?$ de harm
$20Hz$			
$30Hz$			

3. Bekijk de FFT van deze sinus. Verklaar de piek in het frequentiespectrum. Idem voor $f = 30Hz$.

Opgave 3

1. Genereer een blok met $f = 20Hz$ en 1000 samples per seconde. Wat zijn de basisfrequentie Ω en de periode N van dit gesampelde blok?
2. Bekijk de FFT die veelvouden van $\frac{2\pi}{128}$ bevat. Tussen welke harmonische frequenties (veelvouden van $\frac{2\pi}{128}$) ligt de basisfrequentie van het blok?
3. Welke harmonischen zijn het meest aanwezig?
4. Laat op dit blok een laagdoorlaatfilter los met een pool in het z -vlak op $z_p = 0.9$, een nulpunt in $z_n = 0$ en een gain factor $K = 0.5$. Hoe ziet de overdrachtsfunctie $H(z)$ eruit?
5. Wat is de bijbehorende differentievergelijking?

- De maximale versterking van dit laagdoorlaatfilter treedt op bij een frequentie Ω gelijk aan 0, dus bij $z = 1$. Wat is de maximale versterking (ook wel gain genoemd, dus $|H(z)|$ voor $z = 1$)?
- Bekijk in het frequentiespectrum of de lage frequenties inderdaad met deze gain versterkt worden.

Opgave 4

- Genereer een ramp met $f = 20Hz$ en 1000 samples per seconde. Wat zijn de basisfrequentie Ω en de periode N van deze gesampelde ramp?
- Bekijk de FFT die veelvouden van $\frac{2\pi}{128}$ bevat. Tussen welke harmonische frequenties (veelvouden van $\frac{2\pi}{128}$) ligt de basisfrequentie van de ramp?
- Welke harmonischen zijn het meest aanwezig?
- Met welke z -waarde op de eenheidscirkel corresponderen de twee meest voorkomende harmonische frequenties?
- Laat op de ramp hetzelfde laagdoorlaatfilter los, maar nu met een gain factor $K = 1$.
Hoe ziet de overdrachtsfunctie $H(z)$ er nu uit?
- Wat is de versterking voor de twee z -waarden op de eenheidscirkel? Klopt dat met de FFT van het gefilterde signaal?

Opgave 5

- Stel een differentievergelijking op van een filter met twee nulpunten in het z -vlak op $z_{n1} = e^{j\frac{\pi}{10}}$ en $z_{n2} = e^{-j\frac{\pi}{10}}$, en twee polen in $z = 0$. Gebruik voor de coëfficiënten 6 cijfers achter de komma.
- Laat op verschillende sinussen met frequenties $20Hz$, $30Hz$, $40Hz$, $50Hz$ en $60Hz$ met 1000 samples per seconde dit filter los. Geef in de volgende tabel aan met welke Ω 's deze frequenties corresponderen.

f	Ω met $T_s = 0.001$	$ H(e^{j\Omega}) $
$10Hz$	$2\pi \times 10 \times 0.001 = \frac{\pi}{50}$	$ H(e^{j\frac{\pi}{50}}) = 0.0021$
$20Hz$		
$30Hz$		
$40Hz$		
$50Hz$		
$60Hz$		

- Geef verder in de laatste kolom aan wat het effect is van het filter op de verschillende frequenties. Leg uit.