

ØV3 — Frekvensdomene-representasjon av signaler

Innleveringsfrist: **4. september.**

Ukeoppgavene skal løses selvstendig og vurderes i øvingstimene. Det forventes at alle har satt seg inn i fagets øvingsopplegg og godkjenningskrav for øvinger. Dette er beskrevet på hjemmesiden til IN3190:

<http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN3190/h20/informasjon-om-ovingsopplegget/>

Oppgave 1 — Oppg 2.11 fra læreboka (Rao & Swamy) 2 Poeng

Find the DTFT of the following sequences

- (a) $x_1(n) = u(n) - u(n - 5)$
- (b) $x_2(n) = \alpha^n(u(n) - u(n - 8)), |\alpha| < 1$
- (c) $x_3(n) = n(\frac{1}{2})^{|n|}$
- (d) $x_4(n) = \alpha^{|n|} \sin \omega_0 n$

Oppgave 2

2 Poeng

Betrakt følgende periodiske signal:

$$x[n] = \{\dots, 1, 0, 1, 2, \underset{\uparrow}{3}, 2, 1, 0, 1, \dots\}$$

- a) Skisser signalet $x[n]$ og dets magnitudo og fase respons.
- b) Fra resultatene i a), verifiser Parseval's relasjon ved å beregne signalet effekt i tids- og frekvensdomenet.

a) $X_{DFT}[k] = \left\{ \frac{3}{2}, \frac{2}{3}, 0, \frac{1}{6}, 0, \frac{2}{3} \right\}$ b) $\frac{19}{6}$

Oppgave 3 — Revidert oppg. 4.32 fra læreboka (Manolakis & Ingle): 2 Poeng

Merk: På noen av oppgavene kan svaret skrives nesten rett ned. Da er det viktig at dere henviser til reglene dere har benyttet (tabell 4.4 i boken)

Given a sequence $x[n]$ with Fourier transform $X(e^{j\omega})$, determine the Fourier transform of the following sequences in terms of $X(e^{j\omega})$:

- (a) $x_1[n] = 2x[n+2] + 3x[3-n]$ tips: tidsskift og foldingsteoremet,
- (b) hopp over,
- (c) $x_3[n] = 2e^{j0.5\pi(n-2)}x[n+2]$,
- (d) $x_4[n] = (x[n] - x^*[-n])/2$,
- (e) Bonus: $x_5[n] = j^n x[n+1] + j^{-n} x[n-1]$.

Oppgave 4— Matlab/Python 2 Poeng

Bestem ved regning og plott vha Matlab/Python Fouriertransformene $X_1(\Omega)$, $X_2(\Omega)$ og $X_3(\Omega)$ for følgende signaler

- a) $x_1[n] = \{1, 1, \underset{\uparrow}{1}, 1, 1\}$
- b) $x_1[n] = \{1, 0, 1, 0, \underset{\uparrow}{1}, 0, 1, 0, 1\}$
- c) $x_1[n] = \{1, 0, 0, 1, 0, 0, \underset{\uparrow}{1}, 0, 0, 1, 0, 0, 1\}$
- d) Er det noen sammenheng mellom $X_1(w)$, $X_2(w)$ og $X_3(w)$? Hva er i tilfelle den fysiske meningen?

hint: for å beregne Fouriertransformen av en ikke-kausal sekvens må man tidsskifte sekvensen i tidsdomene før man anvender `fft` eller `numpy.fft.fft`, man må så justere tilbake i frekvensdomenet ved å bruke egenskapene til DTFT. (Hva skjer i frekvensdomenet når man skifter i tidsdomenet?)

hint: for å beregne Fouriertransformen i flere punkter ved bruk av `fft` eller `numpy.fft.fft` kan man angi antall punkter som andre argument til funksjonen.

Oppgave 5— Tema: DTFT and DFT. 2 Points

Exercise 7.3 in Manolakis:

- 3. Let $x[n] = n(0.9)^n u[n]$.
 - (a) Determine the DTFT $\tilde{X}(e^{j\omega})$ of $x[n]$.
 - (b) Choose first $N = 20$ samples of $x[n]$ and compute the approximate DTFT $\tilde{X}_N(e^{j\omega})$ using the `fft` function. Plot magnitudes of $\tilde{X}(e^{j\omega})$ and $\tilde{X}_N(e^{j\omega})$ in one plot and compare your results.
 - (c) Repeat part (b) using $N = 50$.
 - (d) Repeat part (b) using $N = 100$.

- a) hint: use the DTFT property of differentiation in frequency (4.145)
- b) hint: remember to shift the `fft` or `numpy.fft.fft` output with `fftshift` or `numpy.fft.fftshift` to plot from $(-\pi, \pi)$ instead of $(0, 2\pi)$. Try plotting the `fft` or `numpy.fft.fft` outputs with the `stem` or `matplotlib.pyplot.stem`

function instead of `plot` or `matplotlib.pyplot.plot`. The magnitude plots may be clearer if they are plotted in decibels, try plotting `db(abs(...))` or `in3190.db(numpy.abs(...))` instead of just `abs(...)` or `numpy.abs(...)`.