

ØV7 — Sampling

Innleveringsfrist: **29. oktober** 2021.

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/h21/informasjon-om-ovingsopplegget/>

Dere finner noen tips i overlevelseshåndboken i wikien på github:
<https://github.uio.no/ifidsb/IN3190/wiki/Survival-guide>

Oppgave 1 — Grunnleggende

1 + 1 + 1 = 3 poeng

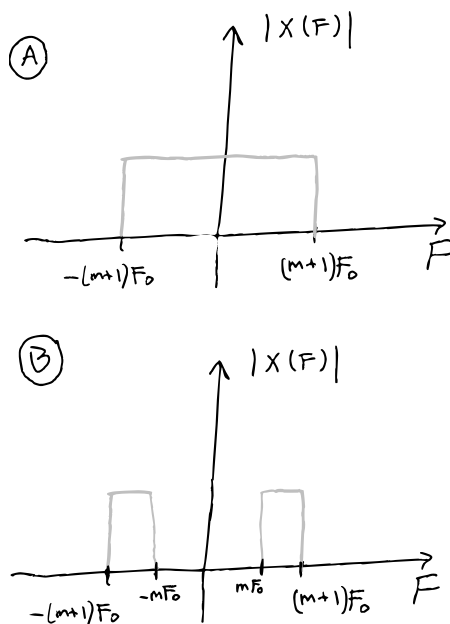


Figure 1: A / øvre panel: magnitudespektret til signalet $x_1(t)$. B / nedre panel: magnitudespektret til signalet $x_2(t)$.

A) Gitt er et *båndbegrenset signal* $x_1(t)$ i kontinuerlig tid, med magnitudespektrum $|X(F)|$ som vist i Fig. 1 A. Hva er minste tilstrekkelige samplingsrate for dette signalet?

- a) $2(m+1)F_0 - 2mF_0 = 2F_0$
- b) $2mF_0 + 2F_0 = 2F_0(m+1)$
- c) $2[(m+1)F_0 + mF_0] = 2F_0(2m+1)$
- d) $(2m+1)F_0$

B) Gitt er et *båndpass-signal* $x_2(t)$ i kontinuerlig tid, med magnitudespektrum $|X(F)|$ som vist i Fig. 1 B. Hva er minste tilstrekkelige samplingsrate for dette signalet?

- a) $2(m+1)F_0 - 2mF_0 = 2F_0$
- b) $2mF_0 + 2F_0 = 2F_0(m+1)$
- c) $2[(m+1)F_0 + mF_0] = 2F_0(2m+1)$
- d) $(2m+1)F_0$

C) Du måler lyset fra en nøytronstjerne og det fysiske signalet $x_a(t)$ som registreres av din sensor er en sinusoid radiobølge på 400 Hz.

Ditt system sampler dette signalet med en samplingsrate på F_T Hz som gir et digitalt signal $x(n)$ som lagres på disk. Senere ønsker du å bruke $x(n)$ til å rekonstruere signalet. Det rekonstruerte signalet kaller vi $x_r(t)$ og det er dette du er på når du i etterkant analyserer ditt signal.

- a) Hva blir tilsynelatende frekvens til sinusoiden i det rekonstruerte signalet $x_r(t)$ hvis samplingsraten $F_T = 2000$ Hz?
- b) Hva blir tilsynelatende frekvens til sinusoiden i det rekonstruerte signalet $x_r(t)$ hvis samplingsraten $F_T = 1500$ Hz?
- c) Hva blir tilsynelatende frekvens til sinusoiden i det rekonstruerte signalet $x_r(t)$ hvis samplingsraten $F_T = 500$ Hz?
- d) Hva blir tilsynelatende frekvens til sinusoiden i det rekonstruerte signalet $x_r(t)$ hvis samplingsraten $F_T = 450$ Hz?
- e) Hva blir tilsynelatende frekvens til sinusoiden i det rekonstruerte signalet $x_r(t)$ hvis samplingsraten $F_T = 300$ Hz?

Oppgave 2— Sampling og aliasing

Del av oppgave fra tidligere eksamen i 2018

7 Poeng

a) Du har et måleinstrument med samplingsrate på 2000 Hz.

- Hva er foldefrekvensen og hva slags betydning har den? 1 p.
- Du ønsker å analysere et kontinuerlig 500 Hz-cosinussignal, $x_c(t)$. Hva er perioden T til dette signalet? I følge Shannon-kriteriet, hva bør samplingsfrekvensen minst være for dette signalet? 1 p.
- Du sampler dette signalet med måleinstrumentet ditt. Hva blir uttrykket for ditt samplede signal $x[n]$? Du kan anta ingen kvantiseringsfeil og at fasen $\phi = 0$ ved tid $t = 0$. Er $x[n]$ periodisk? Begrunn svaret. 1 p.

- b)
- Tegn frekvensresponsen $X_c(e^{j2\pi F})$ av det kontinuerlige signalet $x_c(t)$ gitt i a). Ha tydelige aksebenevninger for både x- og y-aksen. La x-aksen for begge plott være frekvensområdet $[-6000, 6000]$ Hz. 1 p.
 - I et nytt plott, tegn frekvensresponsen til ditt samplede signal $x[n]$. Ha tydelige aksebenevninger for både x- og y-aksen. La x-aksen for begge plott være frekvensområdet $[-6000, 6000]$ Hz. 2 p.
 - Kommenter forskjeller i plottene og forklar hvorfor de oppstår. 1 p.