

# Digital Signal Processing, Miniprojekt '24

**Emne:** Design og simulering af et FIR filter.

**Form:** Formålet med dette mini-projekt er at fortsætte studierne af de teorier og metoder til filter-design, som indtil nu er blevet introduceret i kurset, samt at anvende disse til konstruktion af et konkret diskret-tids systemer. Mini-projektet udarbejdes og dokumenteres gruppevis, dvs. hver gruppe afleverer én besvarelse. Miniprojektet skal således understøtte opbygning af yderligere viden og kompetencer indenfor kursets overordnede tema. Miniprojektet (ca. 10 sider i omfang) tænkes at indgå som en del af diskussionen ved den mundtlige eksamen. Opgaven er formuleret på en sådan måde, at der er store frihedsgrader mht. løsningens indhold, omfang og dokumentation. Begrundelsen herfor er, at der ønskes åbnet op for kreativ tænkning samt at give mulighed for mangfoldighed i besvarelserne – ganske i overensstemmelse med god ingeniørmæssig praksis.

**Indhold:** Meget af den teori, som den fundamentale diskret-tids signalbehandling hviler på, er udviklet i perioden fra ca. 1950 og frem til omkring 1990, herunder således også vindues-metoden til FIR filter-design, som vi her i kurset har studeret. Der eksisterer dog en lang række andre metoder til FIR-filter design, som man med fordel kan benytte, eksempelvis den såkaldte Frekvens-sampling metode, der optræder i litteraturen første gang omkring år 1970, se eventuelt [1]. Design-metoden er beskrevet i Oppenheim og Schafer's oprindelige lærebog "Digital Signal Processing" fra 1975, men den er desværre ikke medtaget i de senere udgaver, og således ej heller i 3. udgave af bogen "Discrete-Time Signal Processing", som vi studerer efter – og det er faktisk ærgerligt, dels fordi metoden er intuitiv let at forstå, men også fordi den har nogle gode egenskaber, som Vindues-metoden ikke understøtter. Herudover har Frekvens-sampling metoden en pædagogisk meget stor værdi, idet den på enkelt vis illustrerer sammenhængen mellem frekvens- og tids-domænet, hvilket ofte kan være lidt af en udfordring at overskue ifm. Vindues-metoden. Derfor handler dette mini-projekt om Frekvens-sampling metoden og dens anvendelse.

Det kunne være fristende at bede jer om at læse, forstå og anvende [1], men eftersom denne artikel både omfangsmæssigt og teoretisk er alt for omfattende, vedlægges i stedet et uddrag af [2], som har en langt mere koncis og "anvendelsesorienteret" beskrivelse af metoden. Uddraget fra [2] (eller en anden litteratur som I selv måtte være i stand til at identificere) danner således udgangspunkt for dette mini-projekt, hvor opgaven er følgende;

1. Der ønskes foretaget en teoretisk/matematisk gennemgang og beskrivelse af frekvens-sampling metoden til design af FIR-filtre.
2. Metoden benyttes herefter til konstruktion af et LP-filter, som bedst muligt overholder de design-specifikationer for filteret, som blev introduceret ifm. opgaveregningen i kursets 4. forelæsning (opg. 1c).
3. Der eksperimenteres med og dokumenteres forskellige værdier af antal frekvens-samples i a) intervallet 0 til  $2\pi$ , og b) transitionsbåndet mellem pas- og stop-bånd. Specielt pkt. b er interessant at undersøge.
4. De fundne resultater sammenholdes med et filterdesign tilvejebragt vha. den ordinære vindues-metode, hvor I naturligvis har frihed til at eksperimentere med alle de forskellige vinduesfunktioner og filter-ordener, som I måtte finde interessante/relevante.
5. Der foretages off-line simulering af filteret (Matlab, Python, ...), hvor dets evne til at "rense" et (selv-konstrueret) signal overlejret med støj illustreres.

Miniprojektet forventes at have et omfang svarende til 1 ECTS (30 timer) pr. studerende. Den skriftlige dokumentation afleveres via e-mail til kursusholder (pk@es.aau.dk) **senest mandag d. 2/12-24 kl. 16:00.**

[1] Rabiner et al., "An Approach to the Approximation Problem for Non-recursive Digital Filters", IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics, vol. 18, no. 2, June 1970, pp. 83-106.

[2] Ifeachor et al., "Digital Signal Processing – A Practical Approach", Addison-Wesley, 2<sup>nd</sup> ed., pp. 380-389, (AUB).