

Tentamen i  
**GRUNDKURS I SIGNALBEHANDLING (454300), 5sp**  
 13.04 2018

HJÄLPMEDEL: I denna tentamen tillåts **alla andra** hjälpmedel **förutom** lösningar till kursens övningsuppgifter eller sådana gamla tentamensuppgifter, vilka inte ingår i föreläsningarna.

1. En analog signal  $x(t)$  har ett spektrum i frekvensbandet 0 – 30 Hz. Signalen är kontaminerad av högfrekvent brus samt en störande kraftig ton vid frekvensen 50 Hz.

För att eliminera störningarna vill man filtrera signalen så att

- bruset dämpas med en faktor  $< 0.001$  vid frekvenser  $> 35$  Hz, och
- tonen vid 50 Hz dämpas totalt, dvs filterförstärkningen = 0 vid 50 Hz.

Konstruera ett digitalt filter som uppfyller de givna specifikationerna. Samplingsfrekvensen är 100 Hz.

*Hemupplaga:* se nedan.

2. En analog signal  $s(t)$  innehåller frekvenser endast mellan 30 Hz och 40 Hz. Man vill bestämma frekvenskomponenten vid frekvensen 35 Hz. För detta ändamål samplas signalen med 60 sampel per sekund and 200 sampel  $x(n), n = 0, 1, \dots, 199$  samlas. Sedan bestäms diskreta Fouriertransformen  $X(k), k = 0, 1, \dots, 199$  av sekvensen  $\{x(n)\}$ .

Vilket element  $X(k)$  motsvarar närmast 35 Hz komponenten hos den analoga signal  $s(t)$ ?

*Hemupplaga:* se nedan.

3. Som ett enkelt lågpasfilter kan man använda ett glidande medelvärdesfilter, där ett glidande medelvärde av  $N$  stycken insignalvärden bildas. För  $N = 3$  ges ett sådant medelvärdesfilter av

$$y(n) = \frac{1}{3} (x(n) + x(n-1) + x(n-2))$$

- a) Är filtret faslinjärt (motivera!)?

Bestäm filtrets förstärkning vid frekvenserna (Hz, normerad)

- $f = 0$
- $f = 1/2$ ,
- $f = 1/4$ .

- b) Man önskar förbättra medelvärdesfiltrets egenskaper, så att FIR-filtret av längden tre,

$$y(n) = h(0)y(n) + h(1)y(n-1) + h(2)y(n-2)$$

har följande egenskaper:

- filtret är faslinjärt,
- förstärkningen vid frekvensen  $f = 0$  är 1, och
- förstärkningen är vid frekvensen  $f = 1/2$  är 0.

Bestäm koefficienterna  $h(0), h(1), h(2)$  så att de önskade egenskaperna uppfylls.

*Hemupplaga:* se nedan.

4. En amplitudmodulerad sinusformad signal ges av  $x(t) = v(t) \cos(2\pi f_b t)$ , där  $f_b = 5000$  Hz och  $v(t) = 1 + \sin(2\pi f t)$ , där  $f = 100$  Hz.

- a) Bestäm frekvenskomponenterna (frekvens, amplitud och fas) hos signalen  $x(t)$ .

- b) Visa hur den lågfrekventa signalen  $v(t)$  kan rekonstrueras från signalen  $x(t)$ .

*Hemupplaga:* se nedan.

**VÄND!**

**HEMUPPLAGAN**

**Deadline för inlämning:** tisdagen 17.4 kl 24:00.

**Inlämning:**

via mail, personligen eller elektroniskt på <https://abacus.abo.fi/ro.nsf> under ”2018 Grundkurs i signalbehandling”, ”Inlämningsarbete (DL: 17/04/2018)”.

Korrigera vid behov dina tentlösningar samt komplettera svaren genom att utföra följande datoruppgifter.

**1.**

- Bestäm filtret numeriskt, samt beräkna och plotta dess frekvenssvar.
- Konstruera en signal korrumpad med brus och en störande ton enligt uppgiftstexten, och verifiera med simulering att filtret i a-fallet eliminerar störningen. Illustrera resultatet grafiskt, och undersök hur mycket signalens passbandkomponenter fördröjs av filtret.

**2.**

- Vid behov, komplettera tentupplagan.

**3.**

Bestäm filtrens frekvenssvar (förstärkning och fasförskjutning) och illustrera resultatet grafiskt.

**4.**

Undersök moduleringsmetoden med hjälp av simulering genom att approximera de kontinuerliga signalerna med samplade signaler med tillräckligt hög samplingsfrekvens.

- Bestäm frekvenskomponenterna i a-fallet med hjälp av simulering.
- Implementera rekonstruktionen enligt b-fallet och verifiera att lågfrekventa signalen  $v(t)$  rekonstrueras korrekt.