



NTNU
Institutt for elektronikk og telekommunikasjon
Akustikk

Faglig kontakt under eksamen:
Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, Gløshaugen
Peter Svensson, 99572470

**EKSAMEN I TT3010: AUDIOTEKNOLOGI OG ROMAKUSTIKK,
7,5 studiepoeng, 14. desember, 2011.
Eksamenstid: 09:00-13:00**

Tillatte hjelpemidler: C - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i samsvar med liste utarbeidet av NTNU.

Sensur: 14. januar 2012.

Husk å redegjøre for antakelser som du gjør for å løse oppgavene!

Lykke til!

OPPGAVE 1. (Instrument, 20%)

Vi skal gjøre opptak i en liten konsertlokal og prøver å finne egnete mikrofonposisjoner.

- Når vi plasserer flere mikrofoner i nærheten av en fiolin så legger vi merke til at forskjellen i mikrofonsignal (klangfarven) er ganske stor mellom de ulike mikrofonposisjonene. Hvorfor?
- Hvorfor er forskjellene mellom mikrofonsignalene i ulike mikrofonposisjoner lavere hvis mikrofonene er plassert langt unna en fiolin?
- Vi merker oss at diskanten i et opptak fra klarinettene påvirkes en hel del av hvorvidt det plasseres teppe på gulvet på scenen, men dette virket ikke å være fallet for fiolinene. Forklar hvorfor.

OPPGAVE 2. (Romakustikk, 40%)

I ett undervisningsrom med lengde 10 meter, bredde 8 meter og høyde 4 meter, ble det målt en etterklangstid på 0.9 sekunder. Denne etterklangstiden er for lang for dette rommet, og du har fått i oppgave å forbedre det.

- Finn midlere absorpsjonsfaktor i rommet. Se bort fra luftabsorpsjon.

Av hensyn til renhold, så kan ikke gulvet endres. Gulvet er et hardt linoleumsbelegg med absorpsjonsfaktor $\alpha_{\text{gulv}} = 0.05$. Videre så må det være en tavle på en av kortveggene. Tavlen strekker seg over hele kortveggenes bredde. Høyden til tavlen er 1.2 meter. Absorpsjonsarealet, A_{tavle} , til tavlen er 1 m^2 .

- Finn midlere absorpsjonsfaktor til de resterende flatene.

Ønsket etterklangstid i rommet er 0.5 sekunder.

- Hvor mye tilleggsabsorpsjon, A_{tillegg} (i m^2), må inn i rommet for å oppnå kravet?

Vi har tilgang til absorpsjonsplater med absorpsjonsfaktoren $\alpha = 0.7$.

- Hvor mange m^2 trenger man av den typen? NB! Husk at de nye absorpsjonsplatene legges over den eksisterende veggen/taket!

Læreren i det ene faget er ganske høylytt, og lydtrykksnivået blir målt til 75 dB på 3 meters avstand i det forbedrede rommet.

- Hvor mange Watt lydeffekt prater læreren med? Anta at læreren stråler som en punktkilde.

OPPGAVE 3. (Høytaler, 40%)

Du har nettopp bygd ferdig en ny høytaler, og ønsker å måle frekvensresponsen til den. Dessverre har du ikke tilgang på et ekkofritt rom, men du har lært at det går an å måle responsen i fritt felt, ved å bruke den delen av impulsresponsen som kommer før første refleksjon. Du er kjent med at den laveste frekvensen som kan måles er avhengig av tidsforskjellen mellom direktelyden og første refleksjon, og ønsker derfor størst mulig tidsforskjell. Derfor har du bygget et stativ som holder høytaleren 3 meter over bakken. Du velger en åpen parkeringsplass på en rolig dag for å gjøre målingene. Mikrofonen er plassert i samme høyde, men 1.5 meter i fra høytaleren.

- Hvilken er den laveste frekvensen du kan måle korrekt i frekvensresponsen? Anta at det er kun bakken som kan reflektere lyden.
- Hvor høyt må du bygge stativet for å få en nøyaktig respons ned til 40 Hz? Avstanden mellom mikrofon og høytaler er fortsatt 1.5 m.
- Du måler 80 dB med mikrofonen din på 1.5 meters avstand. Hva er lydeffekten i Watt til høytaleren? Anta at høytaleren er en punktkilde.
- I oppgave c ble høytaleren matet med 0.5 W elektrisk effekt. Hva er virkningsgraden til høytaleren?

Det er en rolig dag, men fortsatt litt bakgrunnsstøy. Du ønsker derfor å skru opp effekten på forsterkeren slik at du måler 100 dB på mikrofonen. Dette for å forsikre deg om at du får en støyfri måling.

- Hvor mye elektrisk effekt i Watt må høytaleren mates med for å oppnå dette?

OPPGITTE FORMLER

- Lydtrykksnivå $L_p = 10 \log \frac{p_{rms}^2}{p_{ref}^2}$ hvor $p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

- Lydeffektnivå $L_w = 10 \log \frac{W}{W_{ref}}$ hvor $W_{ref} = 10^{-12}$ Watt

- $RT = 0.161 \cdot V/A$

hvor V = romvolum, A = absorpsjonareal.

Totale absorpsjonsarealet $A = \sum_i S_i \cdot \alpha_i$, hvor S_i er arealet for en del av

veggoverflaten, og α_i er absorpsjonsfaktoren for den samme del av veggoverflaten.

- $L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{DF_{kilde} \cdot DF_{mikrofon}}{4\pi r^2} + \frac{4}{A} \right)$

hvor r = avstanden og DF = direktivitetsfaktoren.

- Direktivitetsindeks $DI = 10\log(DF)$
- Frekvensresponsen for en høyttaler ved resonansfrekvensen f_0 , med Q -verdi Q , er

$$L_p = 10\log\left(\frac{(f/f_0)^2}{\left[1 - (f/f_0)^2\right]^2 + \frac{(f/f_0)^2}{Q^2}}\right)$$

- Resonansfrekvensen f_0 gis av

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M \cdot C}}$$

- Laveste frekvens som kan måles med en trunkert impulsrespons er omtrent

$$f_{laveste} \approx \frac{1}{\Delta T}$$