



NTNU
Institutt for elektronikk og telekommunikasjon
Akustikk

Faglig kontakt under eksamen:

Jan Tro (95267777), Peter Svensson (99572470)

Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, Gløshaugen.

**EKSAMEN I TT3010: AUDIOTEKNOLOGI OG ROMAKUSTIKK,
7,5 studiepoeng, tirsdag 17. desember, 2013.
Eksamenstid: 09:00-13:00
(Sensur: Tirsdag 17. januar, 2014)**

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

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

Opgavenes betydning for vurderingen er oppgitt som prosentandel.

Lykke til!

OPPGAVE 1 (40%, romakustikk):

Anta at vi vil gjøre opptak med et lite ensemble i en liten konsertsal, og vi ønsker å finne ut i hvilken avstand vi burde plassere mikrofonene. Vi har som mål at:

Direktelyden i opptaket skal være 1-3 dB sterkere enn etterklangsllyden.

Rommet er skoeformet, med størrelse 20m (lengde) x 12m (bredde) x 7m (høyde). Rommets vegger er av malt betong, i taket er det montert akustikkplater, og gulvet er av tre. Vi antar at 70% av gulvet er dekket med stoler, og vi studerer situasjonen når det er fullsatt i salen.

- Hva er etterklangstiden i rommet, i oktavgbåndet 1 kHz?
- Hva er romradiusen i dette rommet for en omnidireksjonell kilde (og en omnidireksjonell mikrofon)?

Nå ser vi spesielt på klarinetten som lydkilde, og oktavgbåndet 1 kHz. Dette instrumentet har en direktivitetsindeks på 5 dB i det oktavgbåndet.

- Hvis vi vil bruke en kulemikrofon (som har direktivitetsindeks 0 dB), hva er korteste og lengste avstand som gir det ønskede forholdet mellom direkte- og etterklangsllyd?
- Hvis vi nå skifter til en kardioide-(nyre-) mikrofon, som har direktivitetsindeks 4.8 dB, hva er da de korteste og lengste avstandene?

Opgitte formler:

- $RT = 0.161 \cdot V/A$
 hvor V = romvolum, A = absorpsjon.
 Absorpsjon $A = \sum_i S_i \cdot \alpha_i$, 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 $DI = 10 \log(DF)$
- Opgitte absorpsjonsfaktorer:

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Malt betong	0.1	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Tregulv	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.07
Akustikkplater i himling	0.50	0.81	0.74	0.86	0.86	0.84
Stoler med person i	0.23	0.40	0.66	0.77	0.80	0.87

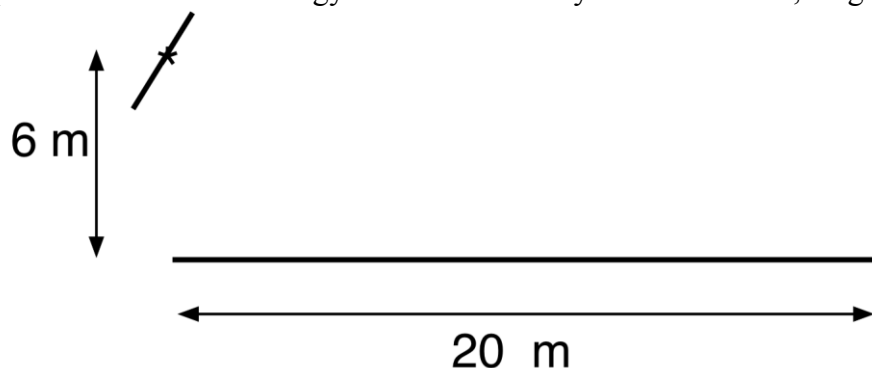
OPPGAVE 2 (30%, audioteknologi)

I et lydforsterkningsanlegg kan noen høyttalere fungere som punktkilde men andre typer fungerer som linjekilde. Lydnivået i direktefeltet avtar med avstanden på to forskjellige måter for de to høyttalene:

$$L_{p,direkte,punkt} = L_W + 10 \log \frac{DF}{4 r^2}$$

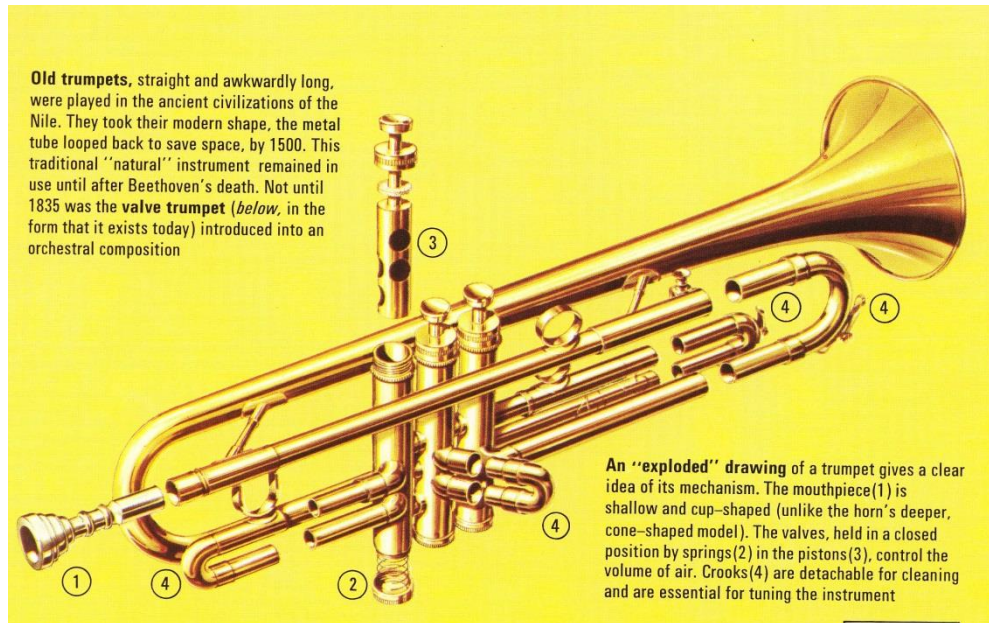
$$L_{p,direkte,linje} = L_W + 10 \log \frac{DF}{2 r}$$

I tegningen nedenfor henger en høyttaler 6 m over gulvet, og høyttaleren skal brukes for å dekke publikumsarealet som begynner rett under høyttaleren til 20 m, lengst bak.



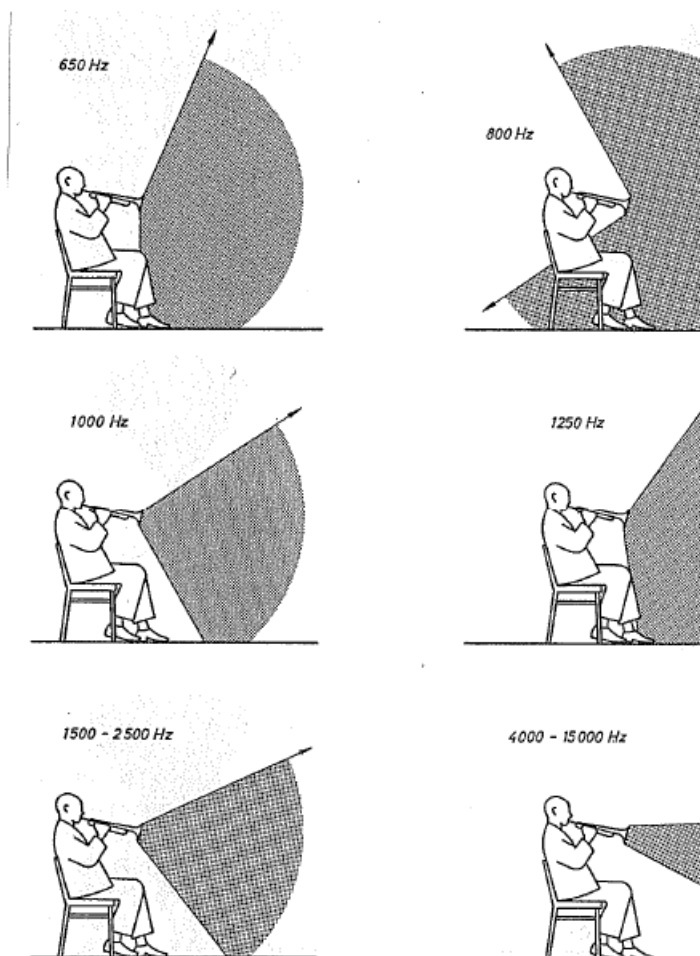
- (a) Hvor stor forskjell i lydtrykksnivå blir det for de to høyttalertyperne mellom publikumsplassen rett under høyttaleren, og den lengst bak? Se bort fra direktivitetsfaktoren DF, og gjør den forenklete antakelsen at all lyd kommer fra et punkt på linjekilden.
- (b) Hvis vi antar at begge høyttalertyperne har samme direktivitetsfaktor, hvor mange ganger høyere må punktkildens akustiske uteffekt være, enn linjekildens, for å nå samme lydtrykksnivå ved publikumsplassen lengst bak?
- (c) Nevn to årsaker til hvorfor det er ønskelig med høy direktivitet for en høyttaler i et lydforsterkningsanlegg.
- (d) Hvilket er mest vanskelig å få til i en høyttaler: høy direktivitet ved lave frekvenser, eller høy direktivitet ved høye frekvenser?

OPPGAVE 3. (30%, instrumentakustikk)



- A. Diskuter eksitasjonsmåten for instrumentet på bildet og forklar mulig påvirkning på tone-envelopen og klangfargen.
- B. Mikrofonplassering ved lydopptak av akustiske musikkinstrumenter er avhengig av instrumentets karakteristiske lydavstråling. Skissér og forklar viktige trekk ved avstråling fra dette instrumentet.

Eksamen TT3010 HØST 2013



- C. Forklar prinsippet med ventiler (3 for denne trompeten), og beregn maksimalt avvik i grunnfrekvens i forhold til temperert skala når alle tre ventilene trykkes ned.