

Svevning



Hensikt

Oppsettet på bildet viser ett av to identiske utstyrssett som sammen kan brukes til å illustrere akustisk svevning. To signalgeneratorer er koblet til hver sin høyttaler og genererer signaler med justerbar frekvens. Lyden vi hører i rommet vil da være en superposisjon av de to høyttalersignalene. Dersom forskjellen i frekvens mellom de to signalene er på noen få hertz, kan vi høre perioden på den såkalte omhyllningsbølgen som en tidsvariasjon i lydnivået.

Bakgrunnsteori

Vi ser på to tidsperiodiske signaler $f_1(t)$ og $f_2(t)$, med frekvenser lik henholdsvis ω_1 og ω_2 :

$$f_1(t) = \sin(\omega_1 t) \quad (1)$$

$$f_2(t) = \sin(\omega_2 t) \quad (2)$$

Vi tenker oss at disse to tidsvariasjonene eksisterer samtidig i samme medium, slik at det resulterende signalet er en superposisjon av f_1 og f_2 :

$$f_1(t) + f_2(t) = \sin(\omega_1 t) + \sin(\omega_2 t) \quad (3)$$

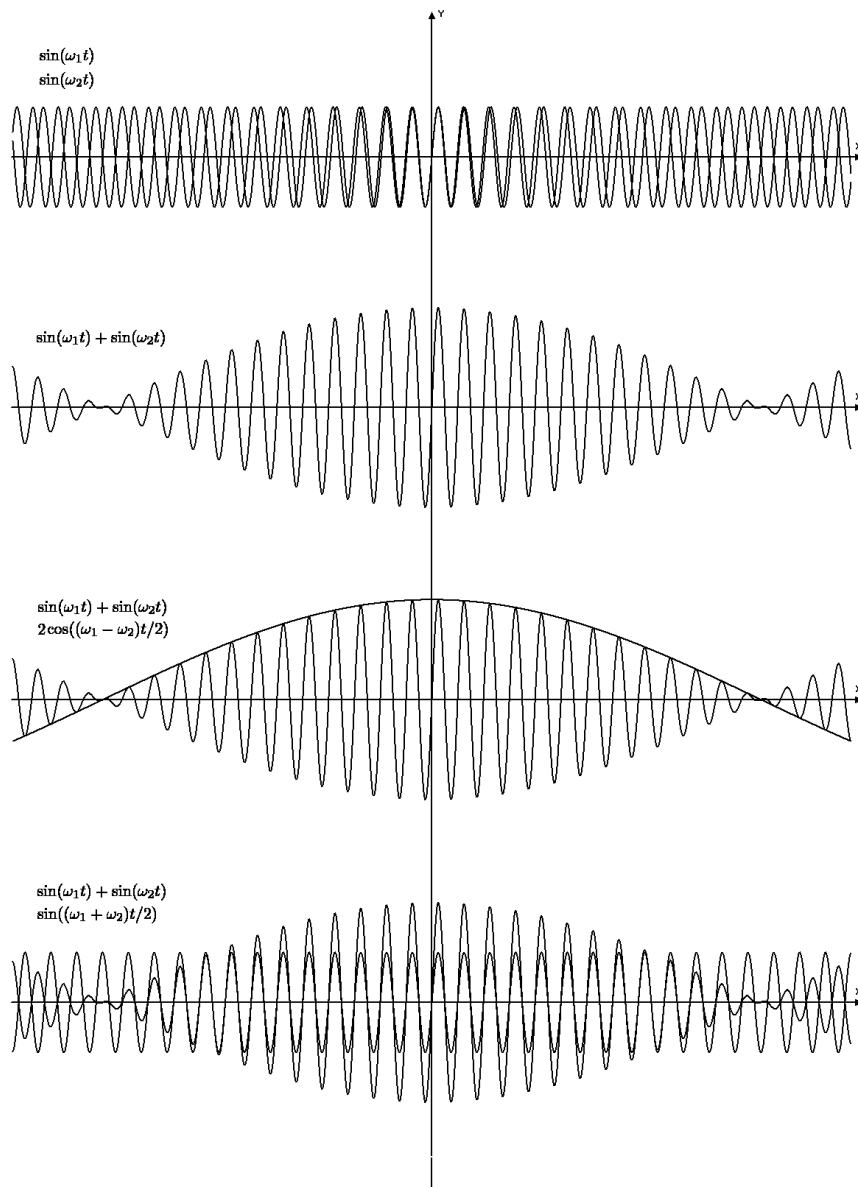
$$= 2 \sin((\omega_1 + \omega_2)t/2) \cos((\omega_1 - \omega_2)t/2) \quad (4)$$

Vi ser altså at resultanten har to ulike frekvensbidrag. Dersom det er en relativt liten frekvensforkjell mellom f_1 og f_2 vil da sinusfaktoren i uttrykket ovenfor variere med en frekvens midt i intervallet mellom ω_1 og ω_2 , mens cosinusfaktoren vil være betraktelig mer lavfrekvent. I slike tilfeller bestemmer den mer høyfrekvente sinusfaktoren frekvensen til resultantbølgen, mens cosinusfaktoren gir frekvensen til den såkalte omhyllningsbølgen. Når vi hører på superposisjonen av to lydsignaler med en frekvensforskjell på noen få hertz, vil vi høre periodiske variasjoner i lydstyrken med en frekvens bestemt av den lavfrekvente cosinuskomponenten i uttrykket ovenfor. Denne såkalte svevningsfrekvensen, eller beat-frekvensen, er gitt som differansen mellom frekvensene til de to lydbidragene, siden lydnivået når sitt maksimum to ganger under en periode av omhyllningsbølgen.

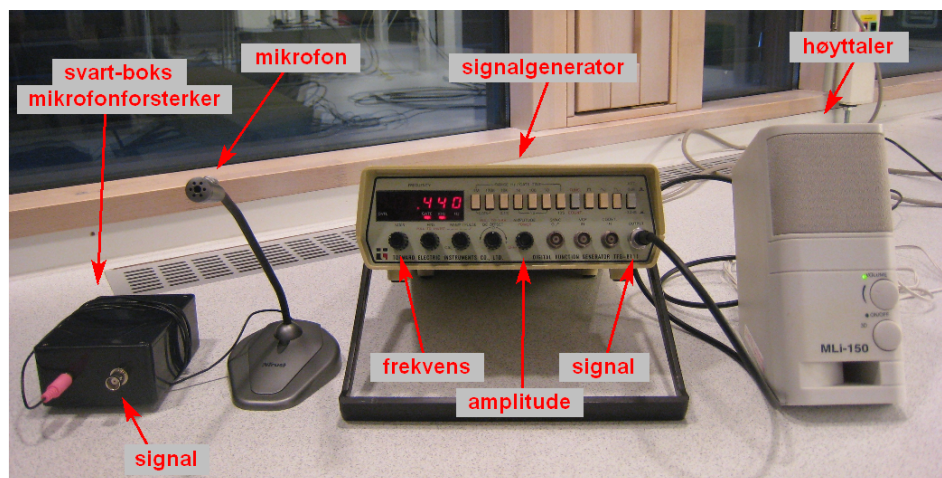
Oppsett

Oppsettet for observering av akustisk svevning består per høsten 2008 av følgende komponenter:

- 2 Topward Electric Instruments Digital Function Generators
- 2 høyttalere
- 2 BNC-til-høyttalerplugg kabler
- 2 AC/DC adaptere til høyttalerne (respektivt 6 V og 9 V)
- Et Kenwood Oscilloskop
- 2 mikrofoner
- 2 svart-boks mikrofonforsterkere med mikrofonplugginngang og BNC-utgang
- 2 9 V batterier til mikrofonforsterkerne



Figur 1: Svevning. De to øverste grafene viser to sinussignaler med litt forskjellig frekvens. Den neste grafen viser summen av de to signalene. De to siste grafkomposisjonene, viser henholdsvis resultantbølgen og omhyllningsbølgen, og deretter resultantbølgen og bidraget fra den mer høyfrekvente sinusfaktoren.



Figur 2: Et av to identiske utstyrsett som brukes for å illustrere akustisk svevning. Signalet til venstre kan taes inn på et oscilloskop, mens signalet til høyre går til høyttaleren via en BNC-til-høyttalerplugg kabel.

Ting du kan prøve ut

Før du skur på signalgeneratorene, må du sette signalamplituden til null og volumet på høyttalerne til sitt minimum. Sett frekvensen på signalgeneratorene til rundt 440 Hz, og skru opp signalamplituden og høyttalervolumet med måte til du oppnår en passende tonestyrke. Pass på at lyden ikke blir så høy at det er ubehagelig å høre på. Varier så frekvensen til den ene signalgeneratoren i området rundt 440 Hz og hør på lyden som resulterer fra de to høyttalerne. Kan du høre beat-frekvensen? Du kan også prøve å høre svevning ved andre frekvenser. Vær oppmerksom på at dersom du switcher fra sinus- til trekant- og firkantsignaler på generatorene, så vil lydstyrken øke betrakelig (og i den anngitte rekkefølgen). Sku derfor ned signalamplituden eller høyttalervolumet før du switcher til et trekant- eller firkantsignal.

De to mikrofonene og svart-boks forsterkerne gir deg mulighet til å observere lydsignaler på oscilloskopet. Dersom det finnes et digitalt oscilloskop tilgjengelig, lønner det seg å bruke dette, da det kan være litt vanskelig å finne en god trigger-innstilling med Kenwood Oscilloskopet. Begynn for eksempel med å se på den kombinerte lyden av to signaler med lik frekvens. Still deretter opp eller ned frekvensen til en av generatorene og observer på oscilloskopet om det kombinerte lydsignalet endrer seg. Du kan flytte mikrofonen rundt i rommet, for eksempel nærmere den ene høyttaleren. Gir dette noen endring i lydsignalet?