

Dopplereffekt med FableSpin Robot (Fysik C, varighed 2 moduler)

Apparatur: en mobiltelefon med Appen Phyphox, Logger Pro program, LabQuest mini, mikrofon til LabQuest, FableSpin Robot og stativ stænger.

Forsøg: Vi udsender en frekvens f.eks. 3500Hz fra en mobil telefon, benyt f.eks. tonegeneratoren på Appen Phyphox. Mobiltelefonen bevæger sig sammen med en Spin Robot, som vi kan bestemme farten af. Lad Spin Robotten køre enten væk fra eller hen mod mikrofonen.



Figur 1 ovenfor: Mikrofonen optager lyden fra mobiltelefonens tonegenerator, mens Robotten kører.

Teori:

Der gælder følgende formel for dopplershiftning, når Robotten bevæger sig hen mod mikrofonen:

(1)

$$f_1 = f \cdot \left(\frac{v_{lyd}}{v_{lyd} - v_{kilde}} \right)$$

f er frekvensen af den udsendte lyd,

f_1 er den frekvens, iagttageren observerer. (Den frekvens mikrofonen registrerer fra den bevægede mobiltelefon)

Hvis Robotten bevæger sig væk fra mikrofonen, skal der blot være et "+" foran v_{kilde} , i stedet for "-".

f_1 er mindre end f , hvis lyd giveren bevæger sig væk fra iagttageren.

f_1 er større end f , hvis lyd giveren bevæger sig hen mod iagttageren.

v_{lyd} kan sættes til 343m/s (som er hastigheden ved stuetemperatur).

v_{kilde} er Spin Robottens fart. Den bør bestemmes først.

Modul 1

Del 1) Vi bestemmer farten på Robotten.

Ret i følgende program, idet jeres "hastighed" sættes til 100 og vent i sek varierer.

Husk at rette robotens navn.

HUSK I MÅ IKKE DREJE PÅ HJULENE



Vi vil vise at farten er konstant, og bestemme denne.

Kør med "hastighed" 100, find ud af hvilken fart det svarer til i m/s

Tid i sekunder	1	3	5	8	10
Strækning i meter					

Benyt lineær regression.

Der gælder $s = v \cdot t$, hvor s er strækningen, v er farten og t er tiden.

Find farten som hældningen på grafen.

Del 2) Vi regner på formelen for dopplershiftning:

Regneeksempel:

Robotten kører med "hastighed" 90 i retning mod mikrofonen.

Ved "hastighed" = 90, bestemmes farten $v_{\text{kilde}} = 0,335 \text{ m/s}$

Vi indsætter i formel (1) og får hvis $f = 4000 \text{ Hz}$:

$$f_1 = 4000 \text{ Hz} \cdot \frac{343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{343 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0,335 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 4003,92 \text{ Hz}$$

Dvs vores frekvens har ændret sig med ca 4Hz, hvilket er udtryk for en dopplereffekt.

Det er jo ikke meget.

Hvis Robotten bevæger sig væk fra mikrofonen, skal der blot være et "+" foran v_{kilde} , i stedet for "-".

Hvilket giver en frekvens på 3996,09Hz

Opgave: En ambulance udsender en frekvens på 800Hz og den kører med en fart på 100km/t .

- Omregn 100km/t til m/s
- Hvilken frekvens hører man, hvis ambulancen kører hen mod en selv?
- Hvilken frekvens hører man, hvis ambulancen kører væk fra en selv?
- Vis at ved "hastighed" 100 med Robotten, kan vi ikke se (høre) nogen effekt ved $f = 800 \text{ Hz}$. Man skal op på større hastigheder.

Modul 2

Del 3) Bestem Baggrundsstøj og lær Logger Pro programmet at kende.

I skal med mikrofonen bestemme frekvensen af lyden, når Robotten ikke bevæger sig.

I skal lave frekvensanalyse (Fourieranalyse) med Logger Pro og Labquest-mini.

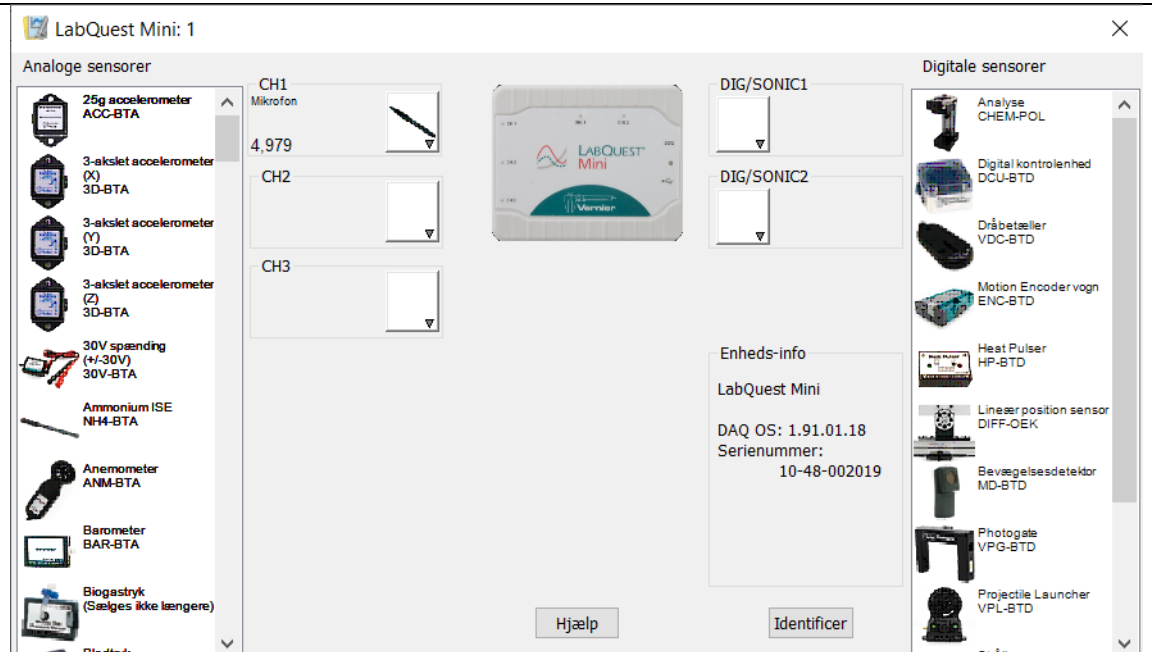
Forbind mikrofonen med Labquest mini , indgang CH1, forbind Lab Quest mini med computeren.

Åben Logger Pro.

Programmet vil da som regel selv sætte op.

Hvis dette ikke er tilfældet skal I:

Vælg Forsøg, Opsæt sensorer Lab Quest Mini, Vælg mikrofon I menuen til venstre, vælg den indgang i har sat kablet i. f.eks. CH1, Se figur:



Dette skal I under alle omstændigheder indstille Logger Pro til:

Vælg Insæt fra menuen foroven

Flere grafer

FFT graf

Bemærk

Logger Pro optager som udgangspunkt kun i 0.03 sekund, det er for kort tid, I kan vælge " Forsøg ", "Udvid dataopsamling". I skal have 0.1 sekund.

Bemærk at LoggerPro viser et øjebliksbillede, hvis I lader forsøget køre til Robotten stopper, så vises frekvensen som når Robotten står stille.

Undersøg nu baggrundsstøj.

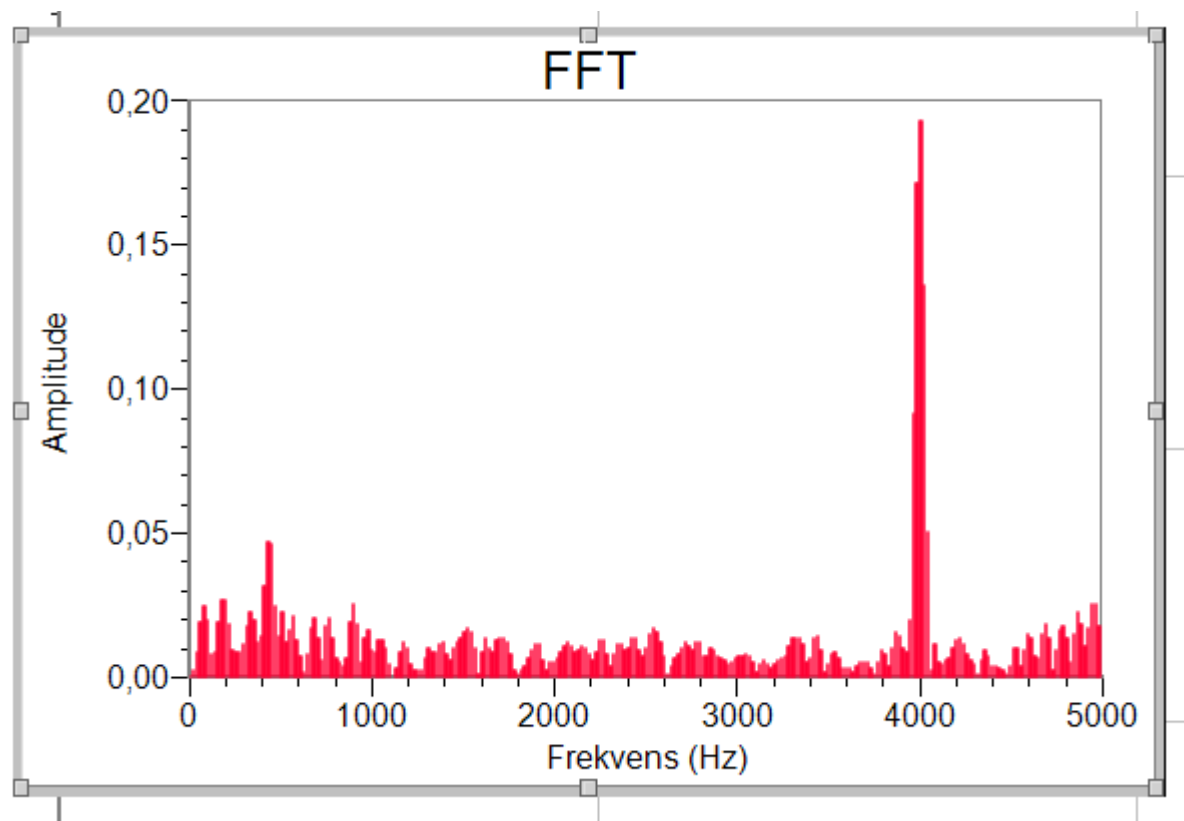
Start med at optage lyden uden at robotten kører.

Sammenlign tonen fra Phypbox tonegeneratoren, med frekvensspektret på Logger Pro.

Er tonen den samme?

Kan man se reflekser fra vægge og gulv?

Figur 2: Her ses en frekvensanalyse af Robotten stående stille, mens den udsender lyden 4000Hz.

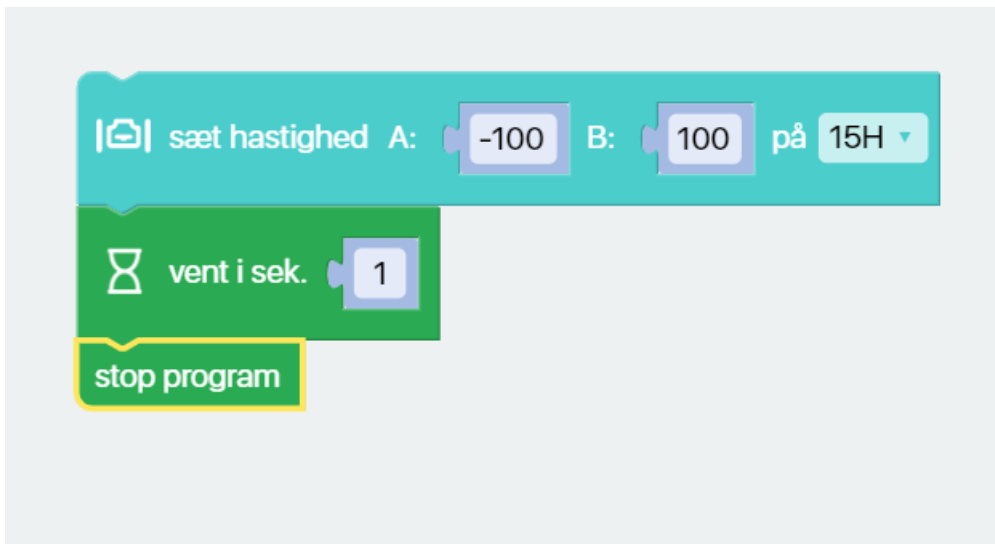


Del 4) Undersøg dopplereffekt.

Husk vælg "Slet seneste kørsel", efter hvert forsøg.

Kør Logger Pro programmet, og lad Spin Robotten køre, mens mobiltelefonen (der sidder på mobilholderen på Spin) udsender en lyd.

Fable programmet skrives nu således:

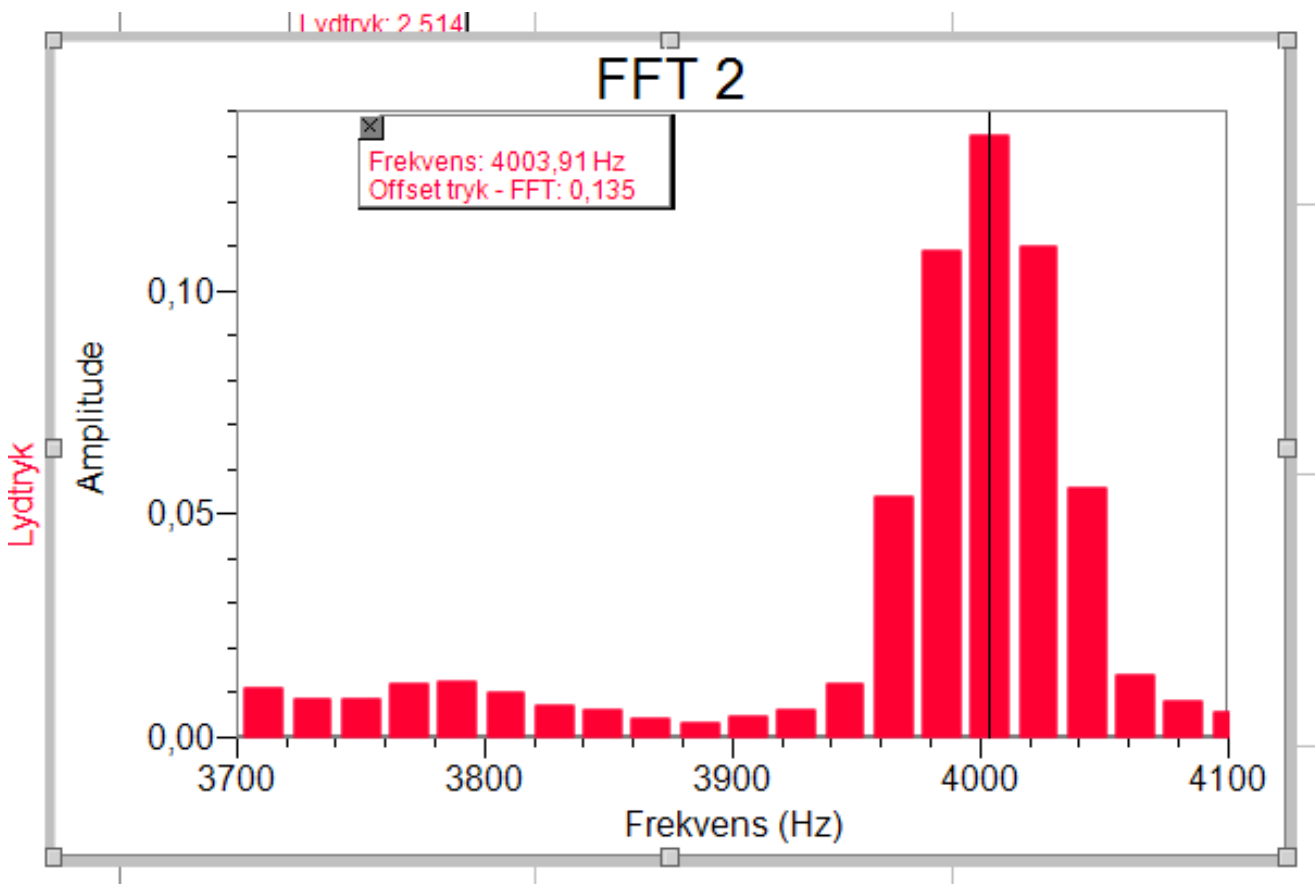


Husk at rette navnet på jeres Robot.

I det følgende ses eksempler på analyse, hvor robotten kører med "hastighed" 90.

På Logger Pro grafen ses to toppe: en stor for f_1 , og en lille for refleksioner fra væggene og gulv. Find den største top f_1 . Se f.eks. figur 3.

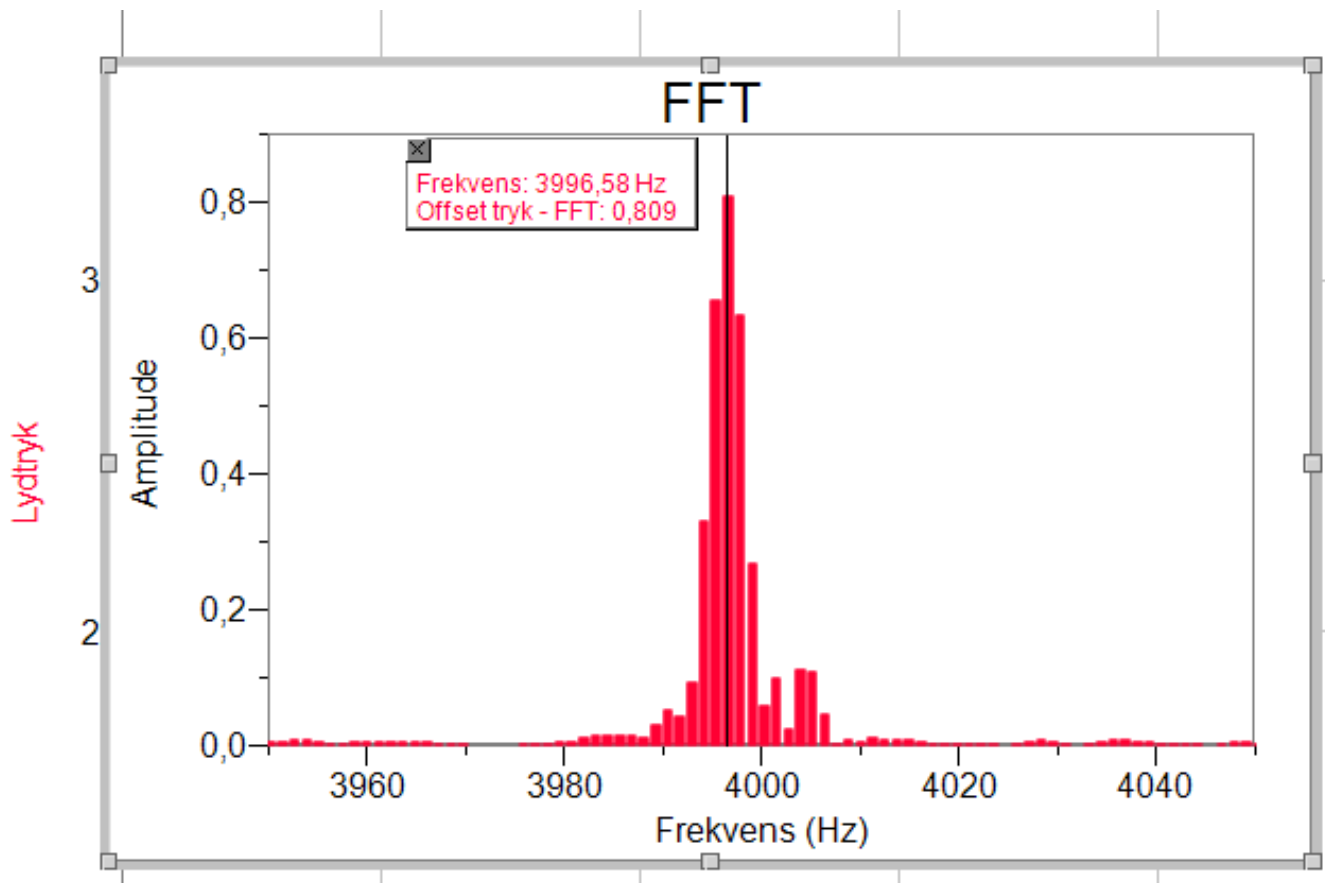
Robotten kører hen mod mikrofonen, med "hastighed" 90, mens den udsender lyden 4000Hz. Se frekvensanalyse på figur 3 nedenfor:



Toppene findes ved : "Analyser", "Undersøg" .

Man kan ændre på x-aksen.

Robotten kører væk fra mikrofonen, med "hastighed" 90, mens den udsender lyden 4000Hz. Se frekvensanalyse på figur 4 nedenfor:



Som I kan se er det meget små frekvensændringer.

Udfør nu følgende forsøg

Benyt frekvensen 3500Hz, og "hastighed" 100 i Fableprogrammet.

Udfyld følgende tabel:

	Hen mod mikrofon	Væk fra mikrofon
f_1 eksperiment		
f_1 teori		

Tilføj jeres frekvensanalyse- (FFT-) grafer til jeres journal.

Sammenlign frekvenserne fra eksperimentet og fra teorien.

Kan I se dopplereffekten?

Kan I eftervise formelen?

Find fejlkilder ved forsøget.

Forsøgsdesignet stammer fra Niels Erik Wegge og Lauritz Carlsen fra Birkerød Gymnasium.

Vejledningen er tilpasset C niveau.

10-10-2021 SUA og EH