

Forord

Denne rapport indeholder dokumentation for projektet *Design af akustiske volumenmålinger af bryster*. Rapporten indeholder kravspecifikation, accepttest, dokumentation af projektets design og implementeringsfase.

Kravspecifikationen er udarbejdet i samarbejde med Pavia Lumholt, speciallæge i plastikkirurgi på OPA Privathospital, Aarhus.

Læsevejledning

Til hvert kapitel i denne rapport findes en tilhørende indledning med formål samt læsevejledning.

I bilagslisten €€€.....

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Kravspecifikation	1
1.1	Indledning	1
1.1.1	Formål	1
1.1.2	Læsevejledning	1
1.1.3	Versionshistorik	1
1.2	Systembeskrivelse	1
1.2.1	Aktørbeskrivelse	2
1.3	Funktionelle krav	2
1.3.1	Use Case diagram	3
1.3.2	Use Case #1 - Ufør brystvolumenmåling	4
1.4	Ikke-funktionelle krav	5
1.4.1	Kalibrering	5
1.5	Projektafgrænsning	6
1.6	Samarbejdspartnere	8
Kapitel 2	Testdokumentation	9
2.1	Indledning	9
2.1.1	Formål	9
2.1.2	Læsevejledning	9
2.1.3	Versionshistorik	9
2.2	FAT-protokol	9
2.2.1	Formål	9
2.2.2	Referencer	9
2.2.3	Forkortelser	9
2.2.4	Ansvar	10
2.2.5	Udstyrsbeskrivelse	10
2.2.6	Acceptkriterier	10
2.2.7	Metode	11
2.2.8	Oversigt over testdokumenter	12
2.2.9	Forudsætning for udførelse af FAT	12

2.3	FAT-testdokument	12
Kapitel 3 Implementering		13
3.1	Indledning	13
3.1.1	Formål	13
3.1.2	Læsevejledning	13
3.1.3	Versionshistorik	13
3.2	Enhedstest	13
3.2.1	Højttaler ABS-224-RC	13
3.2.2	Minijack PC Mikrofon	15
3.2.3	Tores højttaler	17
3.2.4	Ny enhedstest af Minijack PC Mikrofon d. 25.10.16	19
3.3	Integrationstest	20
3.3.1	Bordtest nr. 1	20
3.3.2	Bordtest nr. 2	22
3.3.3	Bordtest nr. 3	23
3.3.4	Bordtest nr. 4	26
3.3.5	Bordtest nr. 5	30

Kravspecifikation

1

1.1 Indledning

Dette kapitel indeholder kravspecifikationen for den akustiske volumenmåler til bryster. Kravspecifikation er udarbejdet i samarbejde med projektets kunde, Pavia Lumholt, speciallæge i plastikkirurgi.

1.1.1 Formål

Kravspecifikation definerer de funktionelle og ikke-funktionelle krav, og fungerer som en bindende kontrakt mellem producent og kunde.

1.1.2 Læsevejledning

Dokumentet indeholder en systembeskrivelse for den akustiske brystvolumenmåler (omtales herefter BVM). Systembeskrivelsen er en kort beskrivelse af BVM samt en illustration af måleren. De definerede krav er opdelt i funktionelle og ikke-funktionelle krav, og er beskrevet i de navnebeslægtede afsnit. Dokumentet indeholder ydermere en projektafgrænsning i form af MoSCoW-modellen samt et afsnit omhandlende projektets samarbejdspartnere.

1.1.3 Versionshistorik

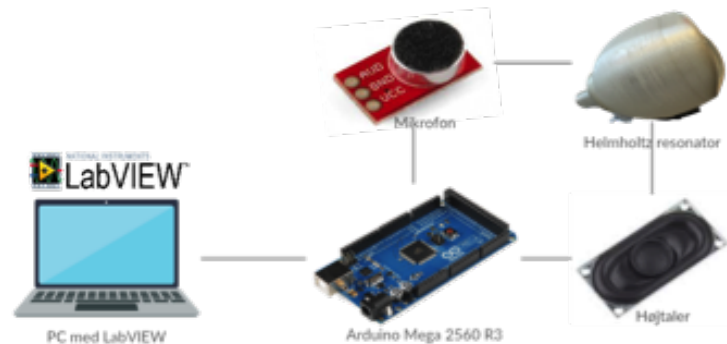
#	Dato	Initialer	Beskrivelse
0.1	03.10.16	JH & JR	Sendt til review

1.2 Systembeskrivelse

Brystvolumenmålerens opbygning

Den akustiske brystvolumenmåler består af en Helmholtz resonator, hvor der er påmonteret en højttaler og en mikrofon. Højttaleren og mikrofonen er koblet til en

Arduino Mega 2560 R3. Arduino'en er koblet til en PC, hvor der skrives til Arduino i LabVIEW.



Figur 1.1. Beskrivelse af systemets komponenter €€€€

Brystvolumenmåleren funktionalitet

Når en måling intialiseres med BVM'en afsendes en lyd i resonatoren via højttaleren. Mikrofonen på resonatoren opsamler den reflekterede lyd, og ud fra den reflekterede lyd, udregner en algoritme størrelsen på brystvolumen.

1.2.1 Aktørbeskrivelse

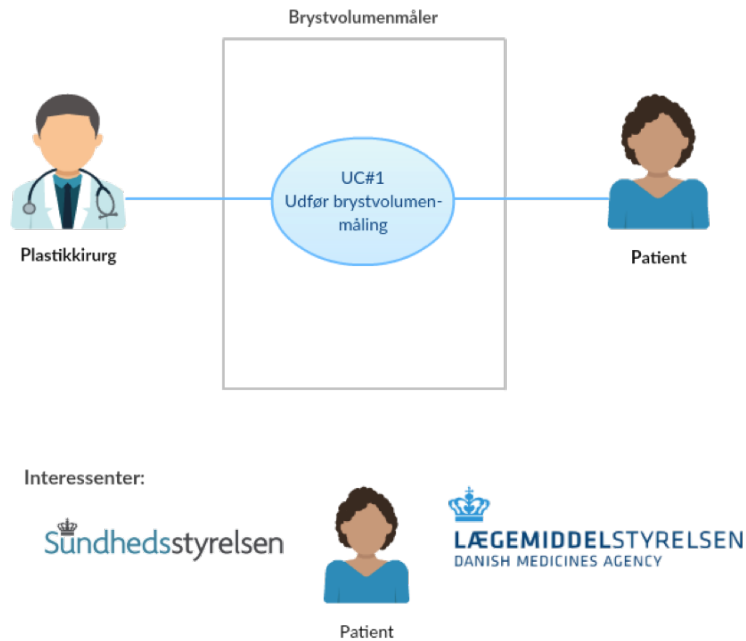
Systemets primære aktør er en plastikkirurg, som bruger BMV'en når han ønsker et objektivt mål på et bryst. Det er udelukkende plastikkirurgen, der betjener BMV'en under en måling. Som sekundær aktør giver patient et input, sit bryst, til systemet.

1.3 Funktionelle krav

Dette afsnit beskriver de funktionelle krav, som er udarbejdet i samarbejde med Pavia Lumholt. Disse krav er præsenteret i et Use Case diagram samt i en Fully Dressed Use Case beskrivelse.

1.3.1 Use Case diagram

I Use Case diagrammet, 1.2, vises en Use Case for brugen af den akustiske brystvolumenmåler. På venstre side af Use Casen ses systemets primære aktør, og på højre side ses systemets sekundære aktør. Endvidere, vises systemets interessenter, nederst i diagrammet.



Figur 1.2. Use Case #1 diagram, hvor blablabla €€€

1.3.2 Use Case #1 - Ufør brystvolumenmåling

Use Case #1: Udfør brystvolumenmåling	
Use Case ID	UC #1
Primær aktør	Plastikkirurg (PK)
Sekundær aktør	Patient
Interessenter 1. Patient: <i>ønsker et objektivt mål, som bevis på overensstemmelse med købsaftale</i> 2. Sundhedsstyrelsen: <i>ønsker et objektivt mål til vurdering af berettigelse til brystformindskende operation</i> 3. Lægemiddelstyrelsen: <i>ønsker, at BVM er i overensstemmelse med EU-lovgivning for medicinsk udstyr</i>	
Startbetingelse	Slutbetingelse
BVM skal være tændt	BVM skal vise et mål for brystvolumen
Normalforløb 1. PK har behov for at kende patientens brystvolumen 2. PK kalibrerer BVM i den tilhørende dockingstation 3. PK placerer BVM på patients blottede bryst 4. PK kontrollerer, at patientens bryst er tætomsluttet af BVM 5. PK kontrollerer, at BVM er placeret med et ensartet tryk på patientens bryst 6. PK foretager en måling af brystvolumen ved at trykke på den dertilhørende knap 7. BVM præsenterer målingen på et display, som PK aflæser 8. BVM slukkes og rengøres	
Alternativt flow 1. Manglende kalibrering (a) PK anbringer BVM i dockingstation (b) PK starter kalibrering ved at trykke på den dertilhørende knap (c) BVM melder klar til brug 2. Fejlhåndtering (a) PK slukker BVM (b) PK anbringer BVM i dockingstationen (c) PK tænder BVM (d) PK kalibrerer BVM	
Åbne problemstillinger <ul style="list-style-type: none"> Hvordan ved PK, at BVM mangler at blive kalibreret? Hvordan ved PK, at BVM melder fejl? Hvordan ved PK, at han påfører et ensartet tryk? Hvordan ved PK, at patientens bryst er tætomsluttet af BVM? 	

1.4 Ikke-funktionelle krav

Tid

Efter kalibrering må målingen maksimalt tage 10 sek. Dette er et kundekrav fra Pavia Lumholt. BMV'en skal melde om kalibreringsbehov hver 10. minut

Enheder

Målingen skal angives til PK i milliliter(ml.)Plastikkirurger bruger milliliter enheder når de angiver bryststørrelse.

UI

UI skal være en touch-screen, da denne form for skærm er rengøringsvenlig. Tekst skal være synligt på en halv meters afstand, da det skal være muligt at aflæse teksten når man står med BVM'en i nogelunde strakt arm. Sproget skal være engelsk, da der ønskes et sprog som kan læses af formentlig alle plastikkirurger. UI skal fejlmelde når der opstår uventet fejl

Lovgivning for medicinsk udstyr

BMV'en skal overholde lovgivningen for et medicinsk device. BMV'en skal som et klasse I udstyr og et målingsudstyr opfylde bilag VII og være i overensstemmelse med processerne i bilag VI,V eller VI gældende for metrologisk udstyr.

1.4.1 Kalibrering

BMV'en skal kunne kalibreres efter temperatur og luftfugtighed, da disse kan have en indflydelse på målingens output.

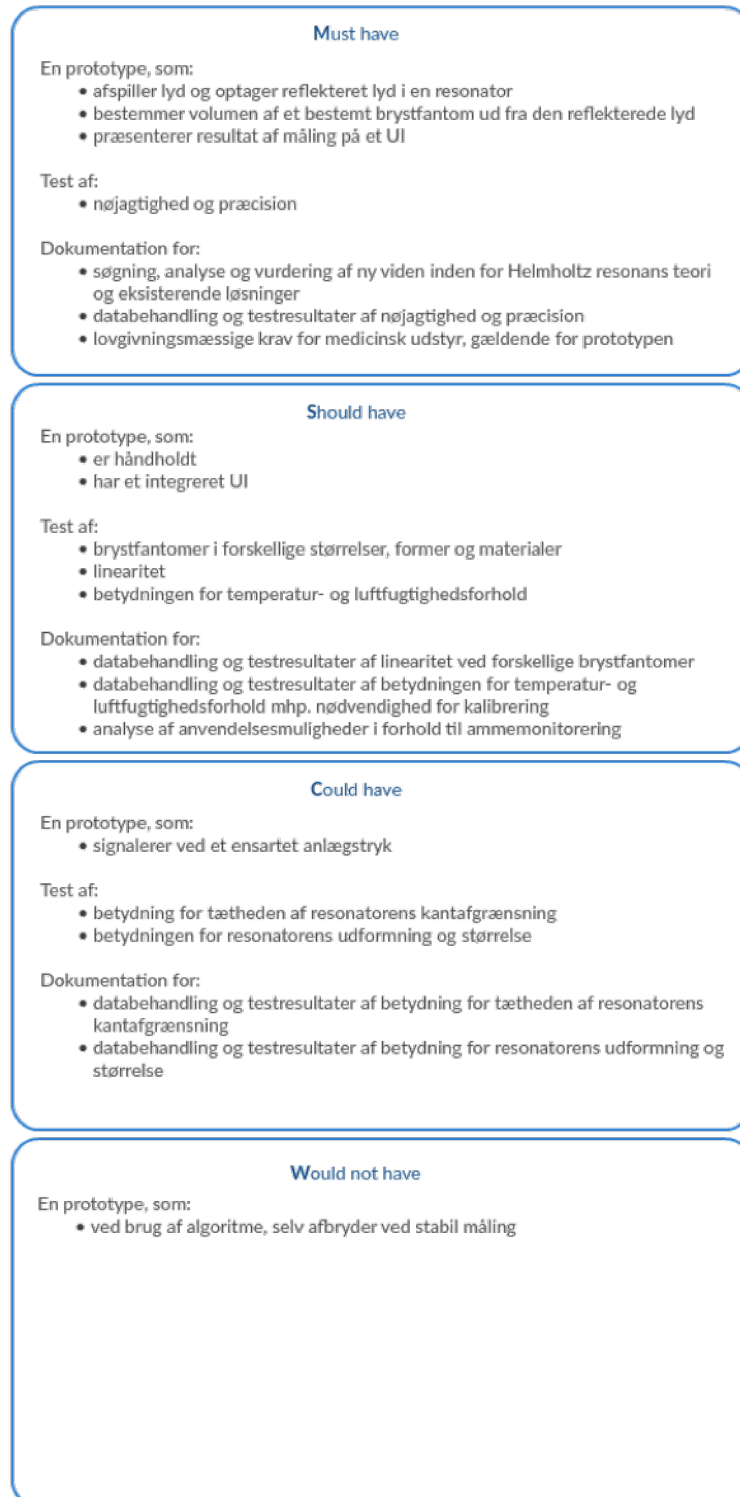
Nøjagtighed, præcision og linearitet

BMV'en skal måle nøjagtige og præcise, for at målingerne er valide og kan bruge i praksis. Der skal kunne vises en linearitet ved målinger, så målingerne kan bruge i hele bryststørrelsesspektret.

1.5 Projektafgrænsning

MoSCoW-modellen er en prioriteringsmetode, som anvendes til afgrænsning af projektet. Modellen beskriver, hvilke dele og krav i projektet, som skal opfyldes (**M**ust), bør opfyldes (**S**hould), kan opfyldes (**C**ould) og ikke vil opfyldes (**W**ould not have). Således gives en struktureret oversigt over, hvilke krav, der er vigtigst at få opfyldt inden for den givne tidsramme, og endvidere, hvilke krav, som efterfølgende med fordel kan implementeres, hvis tidsramme tillader det. Figur 1.3 viser, hvordan de enkelte dele og krav i projektet prioriteres i henhold til MoSCoW-metoden.

MoSCoW-model

*Figur 1.3.* MoSCoW-model, hvor blablabla €€€

1.6 Samarbejdspartnere

Kravspecifikationen er udarbejdet gennem et samarbejde med flere parter. Først og fremmest er projektets kravspecifikation til den endelige prototype specificeret i et samarbejde med projektets kunde, speciallæge i plastikkirurgi, Pavia Lumholt. Derudover er projektet tilknyttet en vejleder, lektor Samuel Alberg Thrysøe, med speciale i signalbehandling, som vejleder ved eventuelle problemstillinger. Endvidere indgår eksterne konsulenter, som reviewer's på indholdet af kravspecifikationen.

Testdokumentation 2

2.1 Indledning

Dette kapitel indeholder dokumentation for de udførte tests på den akustiske brystvolumenmåler.

2.1.1 Formål

2.1.2 Læsevejledning

2.1.3 Versionshistorik

2.2 FAT-protokol

Denne Final Acceptance Test protokol (FAT-protokol) beskriver alle de forhold og forudsætninger, som skal være opfyldt for at kunne udføre FAT af den akustiske brystvolumenmåler.

2.2.1 Formål

Formålet med denne protokol er at specificere FAT-aktiviteterne gældende for brystvolumenmåleren.

2.2.2 Referencer

€€ Eksempelvis UC#1

2.2.3 Forkortelser

FAT - Final Acceptance Test

2.2.4 Ansvar

Ved underskrift på protokollen bekræfter:

Kunde - Projektansvarlig

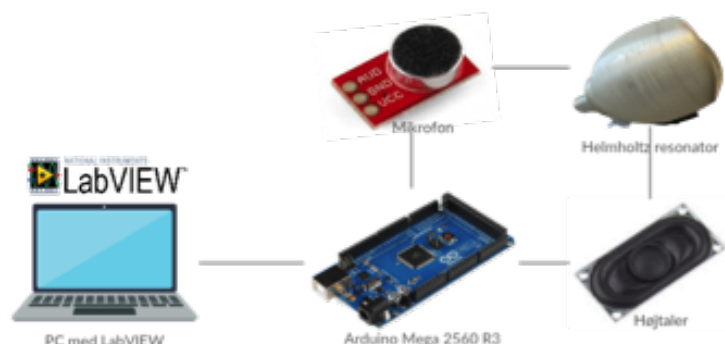
- at indholdet er komplet og entydigt
- at det tekniske indhold og metoder er i orden og dækkende for de planlagte tests
- at den projektansvarlige er enig i omfang, metode og acceptkriterier

Udviklere - Projektansvarlige

- at det tekniske indhold og metoder er i orden og dækkende for de planlagte tests

2.2.5 Udstyrsbeskrivelse

Den akustiske brystvolumenmåler består af en Helmholtz resonator, hvor der er påmonteret en højttaler og en mikrofon. Højttaleren og mikrofonen er koblet til en Arduino Mega 2560 R3. Arduino'en er koblet til en PC, hvor der skrives til Arduino i LabVIEW. Brystvolumenmåleren benyttes af en plastikkirurg, som bruger BMV'en når han ønsker et objektivt volumenmål på et bryst. Når en måling initialiseres med BVM'en afsendes en lyd i resonatoren via højttaleren. Mikrofonen på resonatoren opsamler den reflekterede lyd, og ud fra den reflekterede lyd, udregner en algoritme størrelsen på brystvolumen.



Figur 2.1. Beskrivelse af systemets komponenter €€€€

2.2.6 Acceptkriterier

Acceptkriterierne er afledt af de forhold, der er specificeret i Kravspecifikationen, kapitel 1. Acceptkriterierne er specificeret i de enkelte testskemaer.

2.2.7 Metode

Dette afsnit specificerer de retningslinjer, hvorefter FAT'en skal afvikles.

Dokumentsammenhæng

illustreres €€ Indsæt oversigt, med inspiration fra s. 204

Generelle krav

Afviklingen af FAT skal overholde følgende nøglekrav:

- *Protokollen skal være godkendt, før aktiviteter udføres*
- *Afvielser skal registreres og rettelser udføres*
- *Dataindsamling og registreringer skal udføres i overensstemmelse med »god testpraksis«*
- *Data skal granskes for rigtighed og fuldstændighed*
- *En FAT-rapport skal udarbejdes og godkendes som bevis på den gennemførte FAT*

Acceptkriterier

Dette afsnit beskriver, hvordan testskemaerne specifikt skal udfyldes.

- *Alle krav skal opfylde de specificerede acceptkriterier i hvert enkelte testskema.*
- *De aktuelle observationer skal svare til de forventede observationer*
- *I »Godkendt«-kolonnen skrives »Ja«, hvis acceptkriteriet er overholdt.*
- *I »Godkendt«-kolonnen skrives »Nej« samt afvigelsesnummer, hvis acceptkriteriet ikke er overholdt.*

subsubsectionAfvigelseshåndtering Afvielser registreres under udførslen af FAT dokumenteres ved udarbejdelse af afvigelsesbilag, hvor følgende punkter opfyldes:

- Afvigelse og årsag til afvigelsen beskrives*
- Aktion for opfyldelse af acceptkriterier angives*
- Resultat af gennemført aktion dokumenteres*

Afslutning af FAT-aktiviteter

Ved afslutningen af FAT'aktiviteterne, skrives en FAT-rapport der lukker FAT-aktiviteterne, og fungerer som bevis for, at den gennemførte test af brystvolumenmåleren er afsluttet med et tilfredsstillende resultat.

FAT-rapporten omhandler følgende punkter:

- *Konklusion på den gennemførte FAT*
- *Kopi af godkendt protokol*
- *Afvigelsesblad med korrektive aktioner*
- *Udfyldte testskemaer*

2.2.8 Oversigt over testdokumenter

€€ Her angives de specifikke testdokumenter i en tabel. Obs, på eventuelle referencer til kravspec.

2.2.9 Forudsætning for udførelse af FAT

€€ Hvad forudsætter afgørelsen for igangsættelse af FAT / når det og det er opfyldt, startes FAT

2.3 FAT-testdokument

Implementering 3

3.1 Indledning

Dette kapitel indeholder €€€Husk at skrive noget om at for at kunne udføre beskrevne tests, forventes det at man har et vist kendskab til Labview

3.1.1 Formål

3.1.2 Læsevejledning

3.1.3 Versionshistorik

3.2 Enhedstest

Dette afsnit beskriver de indledende funktionstests, hvor hver enkelte selvstændige funktion i systemet afprøves.

3.2.1 Højttaler ABS-224-RC

Testformål

Det afprøves, om højttaleren kan generere en lyd.

Produktspecifikationer

Hardware:

Højttaler: ABS-224-RC

Højttalerkabel: Rød/Sort

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Arduino Mega 2560 R3

PC

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B

Software:

NI LabVIEW 2014

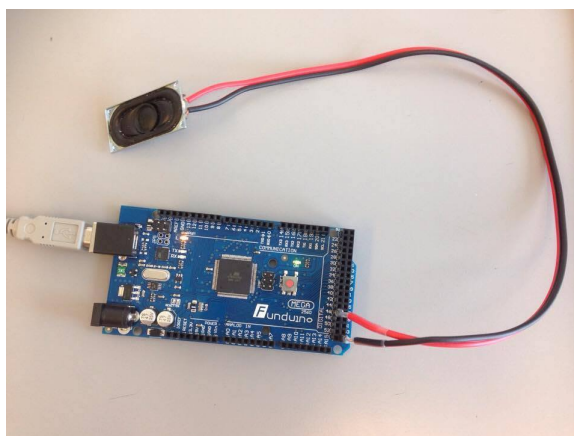
NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

Opstilling og opsætning

Højtaleren er loddet til højtalerkablets ene ende, og pin headerne er loddet til kablets anden ende. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. Testopstillingen er vist i figur 3.1.



Figur 3.1. Testopstilling for enhedstest af Højtaler ABS-224-RC.

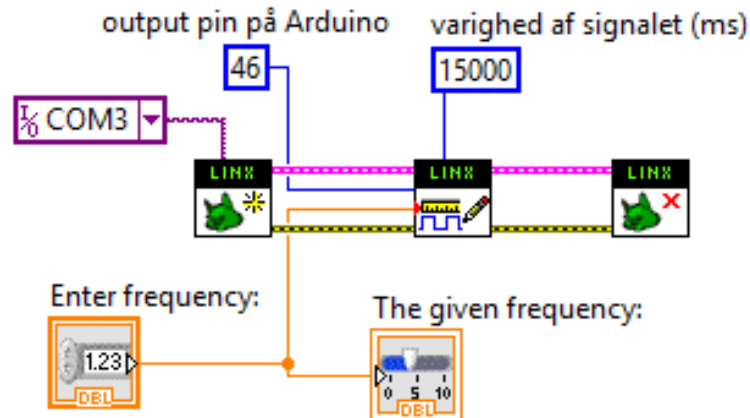
På PC'en er VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW. Blokdiagrammet for VI'et er vist i figur 3.2.

Udførsel

1. I *Enter Frequency* på frontpanelet i `genererfrekvenssignal0.2.vi`, indtastes 500.
2. Der trykkes på *Run*.
3. Der lyttes efter lydsignal fra højtaleren.

Resultater

Lydsignal blev generet og afspillet.



Figur 3.2. I blokdiagrammet `genererfrekvenssignal0.2.vi` er der anvendt følgende LINX-VI'er; Initialize, Digital Write Square Wave samt Close.

Diskussion

-

Konklusion

Højttaleren opfylder testen idet der generes en lyd. Samtidig konkluderes, at øvrigt anvendt HW og SW i denne test virker tilfredsstillende, og der vil derfor ikke blive lavet yderligere enhedstests på disse komponenter.

Aktion

-

3.2.2 Minijack PC Mikrofon

Testformål

Det afprøves, om mikrofonen kan optage en tone.

Produktspecifikationer

Hardware:

Minijack PC Mikrofon

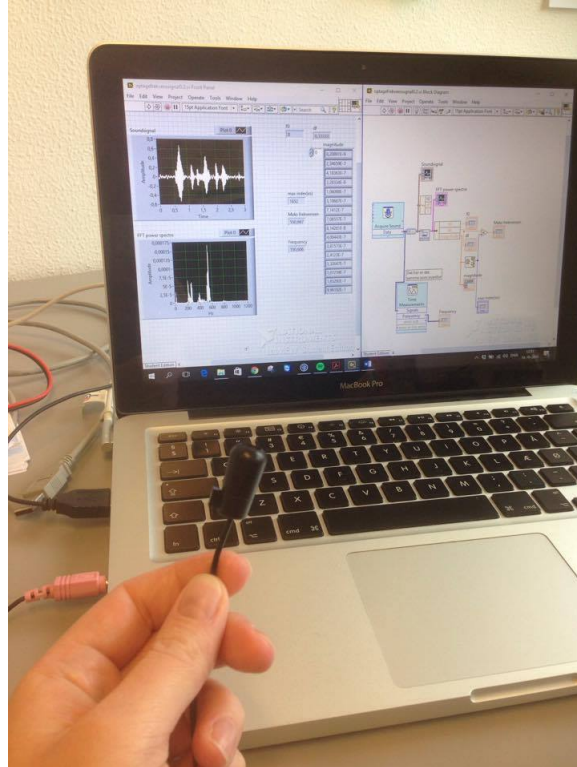
PC

Software:

NI LabVIEW 2014

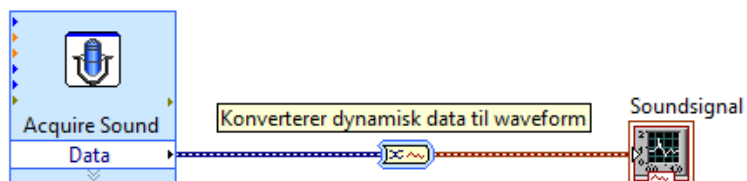
Opstilling og opsætning

Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik. Testopstillingen er vist i figur 3.3.



Figur 3.3. Testopstilling for enhedstest af Minijack PC Mikrofon.

På PC'en er VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` åbnet i LabVIEW. Blokdiagrammet for VI'et er vist i figur 3.4.



Figur 3.4. I blokdiagrammet `optagefrekvenssignal0.1.vi` opsamles lydsignalet, som vises i en graf på frontpanelet.

Udførsel

1. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi`, trykkes på *Run*.
2. Der indtales en tone i mikrofonen.
3. På frontpanelet i VI'et ses frekvensudsving på en graf.

Resultater

Mikronen har opfanget et frekvenssignal.

Diskussion

-

Konklusion

Mikrofonen opfylder testen idet der optages en tone.

Aktion

-

3.2.3 Tores højttaler**Testformål**

Det afprøves, om højttaleren kan generere en lyd.

Produktspecifikationer*Hardware:*

Tores højttaler

Højttalerkabel: Rød/Sort

Kabelsko: Rød fladstik hun, str. 0.25-1.65 mm², 6.6 mm bred fladstik

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Arduino Mega 2560 R3

PC

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B

Software:

NI LabVIEW 2014

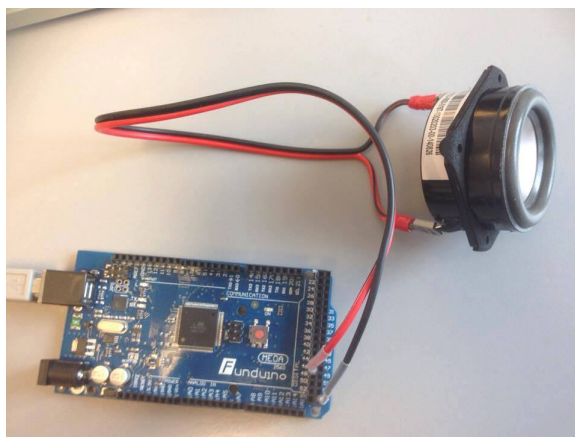
NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

Opstilling og opsætning

Højtalerkablets ene ende er påsat kabelsko, som er påsat højttaleren. Til kablets anden ende er pin headerne loddet fast. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. Testopstillingen er vist i figur 3.5.



Figur 3.5. Testopstilling for enhedstest af Tores højttaler.

På PC'en er VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW. Blokdiagrammet for VI'et er vist i figur 3.2.

Udførsel

Udføres på samme vis, som ved enhedstest af 3.2.1 Højttaler ABS-224-RC.

Resultater

Lydsignal blev generet og afspillet.

Diskussion

-

Konklusion

Højttaleren opfylder testen idet der generes en lyd.

Aktion

-

3.2.4 Ny enhedstest af Minijack PC Mikrofon d. 25.10.16

Testformål

Det afprøves, om mikrofonen overhovedet opfanger et signal.

Produktspecifikationer

Hardware:

Minijack PC Mikrofon

PC

Software:

NI LabVIEW 2014

Opstilling og opsætning

Mikrofonen er med en ledning tilsluttet PC'ens minijack-stik. Ledningens længde er godt en meter ~~SKAL~~ MÅLES, og muliggør dermed, at PC'en er placeret i et rum, og mikrofonen med ledningen gennem den lukkede dør, er placeret i et andet rum.

På PC'en er VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` åbnet i LabVIEW. Blokdiagrammet for VI'et er vist i figur 3.4.

Testopstillingen er vist i figur ~~SKAL~~.

Udførsel

1. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi`, trykkes på *Run*.
2. Der indtales en tone i mikrofonen.
3. På frontpanelet i VI'et afventes frekvensudsving på en graf.

Resultater

Mikronen har ikke opfanget et frekvenssignal.

Diskussion

-

Konklusion

Mikrofonen opfanger intet frekvensudsving og det konkluderes, at den virker til at være deaktiv eller ude af funktion.

Aktion

Denne problemstilling må undersøges yderligere med henblik på at få en fungerende, aktiv mikrofon, som opfanger et frekvenssignal.

3.3 Integrationstest

3.3.1 Bordtest nr. 1

Testformål

Det afprøves, at generere et frekvenssignal som udsendes gennem højttaleren, og derefter opfanges af mikrofonen, hvor den højst målte frekvens til sidst angives.

Produktspecifikationer*Hardware:*

Højttaler: ABS-224-RC

Højttalerkabel: Rød/Sort

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Arduino Mega 2560 R3

PC

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B

Software:

NI LabVIEW 2014

NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

Opstilling og opsætning

1. delopstilling:

Højttaleren er loddet til højttalerkablets ene ende, og pin headerne er loddet til kablets anden ende. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. På PC'en er VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW. Testopstillingen for denne del er vist i figur 3.1, og blokdiagrammet er vist i figur 3.2.

2. delopstilling:

Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik. På PC'en er VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` åbnet i LabVIEW. Testopstillingen for denne del er vist i figur 3.3, og blokdiagrammet er vist i figur 3.4.

Udførsel

1. Højttaleren holdes manuelt således membranen står i lodret position.
2. Mikrofonen holdes manuelt, vendt mod højttaleren, i en afstand på 5 cm.
3. I VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` indtastes den ønskede frekvens i den numeriske kontrol *Enter Frequency*.
 - a) Koden eksekveres ved at trykke på *Run*.
4. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` trykkes på *Run*.
 - a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

Punkt 1-4 gentages med frekvenser på: 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz og 700 Hz.

Resultater

Den maksimale optagede frekvens var ikke tilnærmelsesvis frekvensen på den udsendte tone.

Diskussion

Det ønskede resultat er frekvensen på den udsendte tone, hvilket ikke var tilfældet i denne test. Hvor er fejlen opstået; er der fejl i LabVIEW-kode eller hardware?

Konklusion

Det er nødvendigt at undersøge om fejlen opstår i vores hardware eller software.

Aktion

Det skal med en online tonegenerator undersøges, hvor fejlen er opstået.

3.3.2 Bordtest nr. 2**Testformål**

Det afprøves, at generere et frekvenssignal fra en online tonegenerator, som udsendes gennem PC'ens højttaler, og derefter opfanges af mikrofonen, hvor den højst målte frekvens til sidst angives.

Produktspecifikationer*Hardware:*

Minijack PC Mikrofon

PC

Software:

NI LabVIEW 2014

NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

onlinetonegenerator.com

Opstilling og opsætning

Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik. På PC'en er VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` åbnet i LabVIEW. Testopstillingen for denne del er vist i figur 3.3, og blokdiagrammet er vist i figur 3.4.

I en internetbrowser er hjemmesiden www.onlinetonegenerator.com åbnet, og PC'ens højttalere er slået til.

Udførsel

1. Mikrofonen holdes manuelt, vendt mod PC'ens højttaler, i en afstand på 5 cm.

2. I `onlinetonegenerator.com` genereres et signal med den ønskede frekvens.
3. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` trykkes på *Run*.
 - a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

Punkt 1-4 gentages med frekvenser på: 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz og 700 Hz.

Resultater

Den optagede frekvens var den generede udsendte frekvens (± 0.5 Hz).

Diskussion

Der opnås nu pæne resultater, og der reflekteres over om resultaterne i 3.3.1 skyldes fejl i højttaler i fejl i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi`.

Konklusion

Det konkluderes, at der ikke er fejl i VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi`.

Aktion

Det skal undersøges, hvilken forskel der er på frekvenssignalet fra `onlinetonegenerator.com` og det generede frekvenssignal udsendt fra højttaleren ABS-224-RC.

3.3.3 Bordtest nr. 3

Testformål

Det undersøges, hvilken forskel der er på frekvenssignalet fra `onlinegenerator.com` og det genererede frekvenssignal udsendt fra højttaleren ABS-224-RC.

Produktspecifikationer

Hardware:

Højttaler: ABS-224-RC

Højttalerkabel: Rød/Sort

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Krympeflex 2:1 Arduino Mega 2560 R3

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B
PC

Minijack PC Mikrofon

Software:

NI LabVIEW 2014

NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

onlinetonegenerator.com

Opstilling og opsætning

1. delopstilling:

Højtaleren er loddet til højtalerkablets ene ende, og pin headerne er loddet til kablets anden ende. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. På PC'en er VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW. Testopstillingen for denne del er vist i figur 3.1, og blokdiagrammet er vist i figur 3.2.

2. delopstilling:

Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik. På PC'en er VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` åbnet i LabVIEW. Testopstillingen for denne del er vist i figur 3.3, og blokdiagrammet er vist i figur 3.4.

3. delopstilling:

I en internetbrowser er hjemmesiden www.onlinetonegenerator.com åbnet, og PC'ens højtalere er slået til.

Udførsel

1. deltest

1. Højtaleren holdes manuelt således membranen står i lodret position.
2. Mikrofonen holdes manuelt, vendt mod højtaleren, i en afstand på 5 cm.
3. I VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` indtastes den ønskede frekvens i den numeriske kontrol *Enter Frequency*.
 - a) Koden eksekveres ved at trykke på *Run*.

4. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` trykkes på *Run*.

a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

2. deltest

1. Mikrofonen holdes manuelt, vendt mod PC'ens højttaler, i en afstand på 5 cm.

2. I `onlinetonegenerator.com` genereres et signal med den ønskede frekvens.

3. I VI'et `optagefrekvenssignal0.1.vi` trykkes på *Run*.

a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

Deltestene gentages med frekvenser på: 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 700, 1000 og 1200 Hz, og resultaterne sammenholdes.

Resultater

Det blev observeret, at resultaterne fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.1.vi` var grundtonens harmoniske overtoner, idet frekvensen udsendes som et firkantsignal. Kun ved højfrekvente signaler (< 1 kHz), blev grundtonen opfanget. Ved at benytte `onlinetonegenerator.com`, kunne der udsendes et sinussignal med en given frekvens, som blev korrekt opfanget (± 0.5 Hz).

Diskussion

Der opnås pæne resultater ved at bruge et sinussignal, men der er desværre meget kompliceret at generere sinussignaler til en Arduino.

Konklusion

Det konkluderes, at der ikke er fejl i software og hardware, og de unøjagtige resultater skyldes firkantsignalets harmoniske overtoner.

Aktion

Det skal undersøges, om det er muligt at filtrere firkantssignalets harmoniske overtoner fra, således firkantssignalet kan benyttes.

3.3.4 Bordtest nr. 4

Testformål

Det undersøges, om en resonatorlignende beholder kan dæmpe de harmoniske overtoner fra firkantsignalet.

Produktspecifikationer

Hardware:

Tores højttaler

Højtalerkabel: Rød/Sort

Kabelsko: Rød fladstik hun, str. 0.25-1.65 mm², 6.6 mm bred fladstik

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Krympeflex 2:1

Arduino Mega 2560 R3

Minijack PC Mikrofon

PC

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B

Tryksprøjte NSG 150 - Neptun (resonator)

Lineal

Software:

NI LabVIEW 2014

NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

Opstilling og opsætning

Højtalerkablets ene ende er påsat kabelsko, som er påsat højttaleren. Til kablets anden ende er pin headere loddet fast og forsejlet med krympeflex. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik og er ført ned i resonatoren hvor den ligger i bunden. Højttaleren placeres i en afstand på en halv diameter af højttalerens membran, ovenfor resonatorens hals.

På PC'en er VI'erne `genererfrekvenssignal0.2.vi` og `optagefrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW og blokdiagrammerne er vist i figur 3.2 og 3.4

Testopstillingen kan ses på figur 3.6.



Figur 3.6. Testopstilling for bordtest 4

Udførsel

1. Tryksprøjtetdelen afmonteres af beholderen og fungerer nu som resonator. Resonatoren stilles på et bord med halsen pegende opad.
2. Mikrofonen føres ned i resonatoren og ligger i resonatorens bund.
3. Linealen påsættes resonatorens hals så den fungerer som afstandsmåler fra halsåbningen.
4. Højtaleren holdes manuelt over resonatorhalsen i en afstand på en halv diameter af højtalermembranen. Ved anvendelse af den specificerede højtaler er afstanden to centimeter.
5. I VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` indtastes den ønskede frekvens i den numeriske kontrol *Enter Frequency*.
 - a) Koden eksekveres ved at trykke på *Run*.
6. I VI'et `optagefrekvenssignal0.2.vi` trykkes på *Run*.
 - a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

Testen udføres med en frekvens på 200 Hz, 500 Hz, 1000 Hz og 1200 Hz. Der afprøves to gange med hvert frekvens

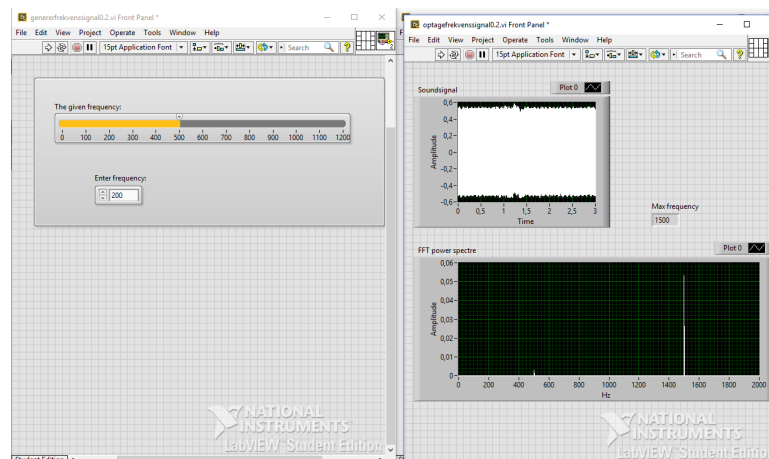
Resultater

Det blev observeret ved begge forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 500 Hz var en af grundtonens harmoniske overtoner på 1500 Hz. Dette ses i figur 3.12.

Det blev observeret i første forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 200 Hz var en af grundtonens harmoniske overtone på 1803 Hz og i andet forsøg observeres en harmonisk overtone 1402,33 Hz. Resultatet fra første forsøg vises i figur 3.8.

Det blev observeret i første forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 1000 Hz var en af grundtonens harmoniske overtoner på 3000,33 Hz i. Dette ses i figur 3.9. I det andet forsøg observeres det at resultatet stemmer overens med den afspillede grundtone. Dette ses på figur 3.10.

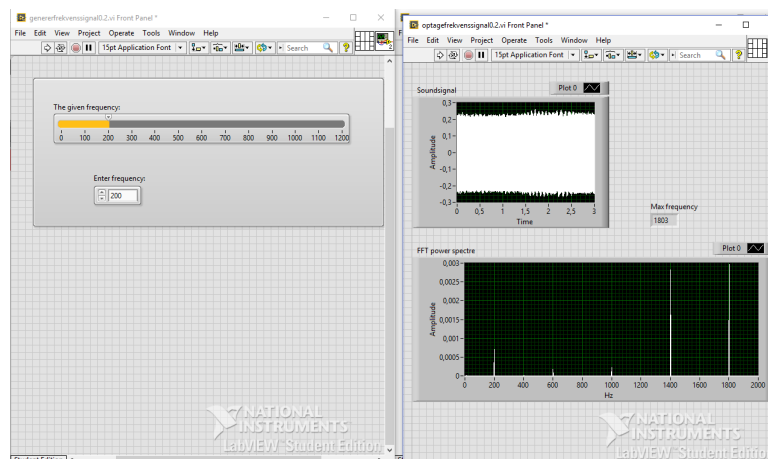
Det blev observeret, at resultatet fra den generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 1200 Hz stemmer overens med den afspillede grundtone. Dette ses på figur 3.11.



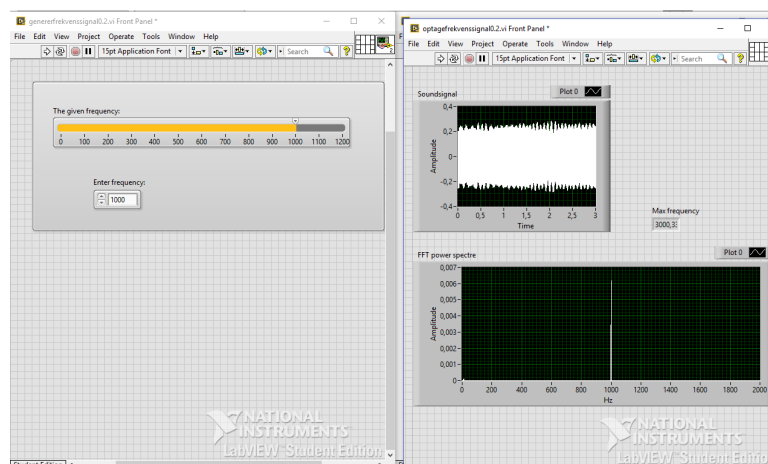
Figur 3.7. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 500 Hz

Diskussion

Ved forsøget med 1000 Hz observeres, at de to resultater ikke er tilnærmelsesvis ens. I første forsøg blev en harmonisk overtone opfanget, som den maksimale frekvens, hvor der i andet forsøg blev opfanget grundtonen på den genererede frekvens. Disse to resultater skal være ens og derfor er de ikke tilfredsstillende.



Figur 3.8. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 200 Hz



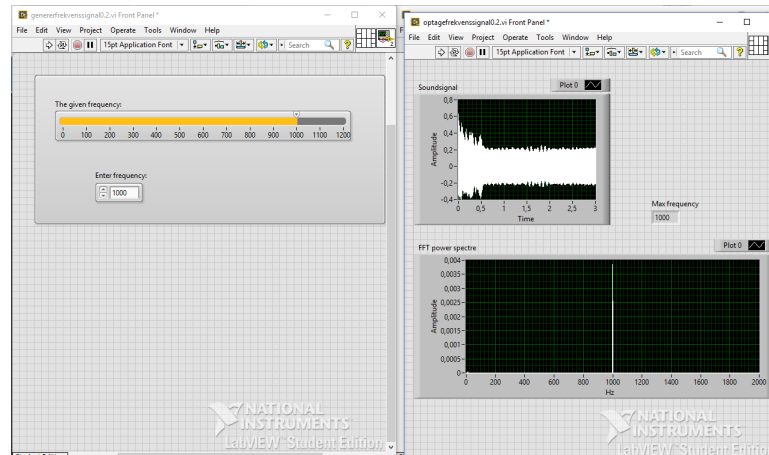
Figur 3.9. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 1000 Hz

Konklusion

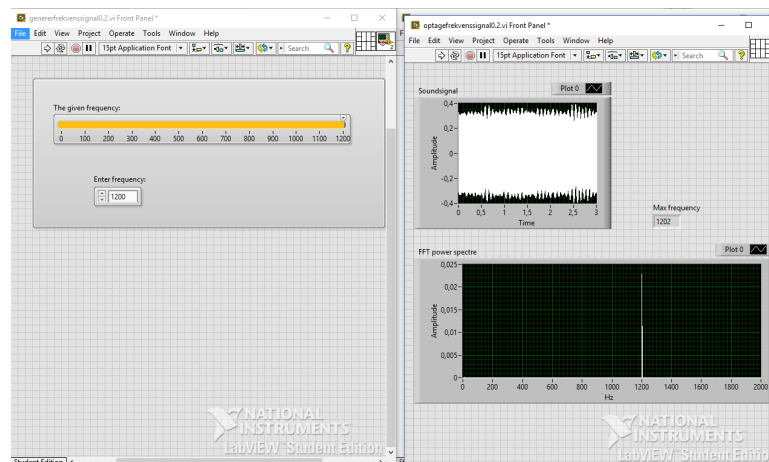
Ved generering af frekvenser lavere end 1000 Hz opfanges harmoniske overtoner, i stedet for grundtonen, som er det ønskede resultat. Ved generering af frekvenser lig 1000 Hz opfanges ustabile resultater. Ved generering af frekvenser højere end 1000 Hz, opnås pæne resultater, hvor den genererede frekvens er lig den opfangede frekvens. Dermed konkluderes, at resonatoren i dette tilfælde ikke virker dæmpende på harmoniske overtoner på frekvenser lavere end 1000 Hz.

Aktion

Det skal undersøges, om målinger genereret med en frekvens lig eller højere end 1000 Hz er stabile.



Figur 3.10. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 1000 Hz



Figur 3.11. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 1200 Hz

3.3.5 Bordtest nr. 5

Testformål

Det undersøges, om firkantsignaler genereret med frekvenser lig eller højere end 1000 Hz er stabile.

Produktspecifikationer

Hardware:

Tores højttaler

Højttalerkabel: Rød/Sort

Kabelsko: Rød fladstik hun, str. 0.25-1.65 mm², 6.6 mm bred fladstik

2 stk. Male Single Row Pin Header Strip 2.54 mm.

Krympeflex 2:1

Arduino Mega 2560 R3

Minijack PC Mikrofon

PC

USB kabel Hi-speed 2.0 shield 28AWG/2C+24AWG/2C Han USB A - Han USB B

Tryksprøjte NSG 150 - Neptun (resonator)

Lineal

Software:

NI LabVIEW 2014

NI VISA 15.0.1

VI Package Manager

ARDUINO 1.6.12

Opstilling og opsætning

Højtalerkablets ene ende er påsat kabelsko, som er påsat højttaleren. Til kablets anden ende er pin headere loddet fast og forsejlet med krympeflex. Pin headerne er isat Arduino'en i pin 46 (PL3(OC5A)), som et er digitalt PWM output, og til ground (GND). Arduino'en er med et USB kabel koblet til PC'en. Mikrofonen er sat i PC'ens minijack-stik og er ført ned i resonatoren hvor den ligger i bunden. Højttaleren placeres i en afstand på en halv diameter af højttalerens membran, ovenfor resonatorens hals.

På PC'en er VI'erne `genererfrekvenssignal0.2.vi` og `optagefrekvenssignal0.2.vi` åbnet i LabVIEW og blokdiagrammerne er vist i figur 3.2 og 3.4

Testopstillingen er den samme som i bordtest 4, og vises i figur 3.6.

Udførsel

1. Tryksprøjtedelen afmonteres af beholderen og fungerer nu som resonator. Resonatoren stilles på et bord med halsen pegende opad.
2. Mikrofonen føres ned i resonatoren og ligger i resonatorens bund.
3. Linealen påsættes resonatorens hals så den fungerer som afstandsmåler fra halsåbningen.
4. Højttaleren holdes manuelt over resonatorhalsen i en afstand på en halv diameter af højtalermembranen. Ved anvendelse af den specificerede højttaler er afstanden to centimeter.

5. I VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` indtastes den ønskede frekvens i den numeriske kontrol *Enter Frequency*.

a) Koden eksekveres ved at trykke på *Run*.

6. I VI'et `optagefrekvenssignal0.2.vi` trykkes på *Run*.

a) Den maksimale optagede frekvens aflæses i *Max Frequency*.

Testen udføres med en frekvens på 950 Hz, 1000 Hz, 1100 Hz, 1200 Hz, 1300 Hz.

Testen fortages to gange med hver frekvens.

Resultater

Det blev observeret ved begge forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 950 Hz var en af grundtonens harmoniske overtoner på 1500 Hz. Dette ses i figur 3.12.

Det blev observeret i første forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 200 Hz var en af grundtonens harmoniske overtone på 1803 Hz og i andet forsøg observeres en harmonisk overtone 1402,33 Hz. Resultatet fra første forsøg vises i figur 3.8.

Det blev observeret i første forsøg, at resultatet fra det generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 1000 Hz var en af grundtonens harmoniske overtoner på 3000,33 Hz i. Dette ses i figur 3.9. I det andet forsøg observeres det at resultatet stemmer overens med den afspillede grundtone. Dette ses på figur 3.10.

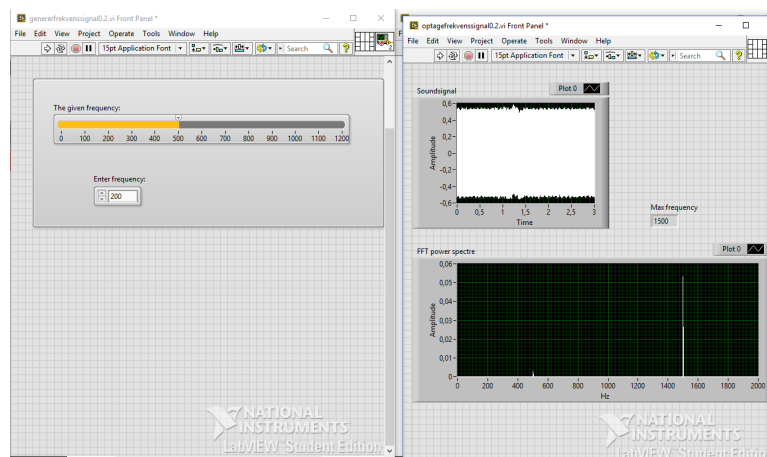
Det blev observeret, at resultatet fra den generede frekvenssignal i VI'et `genererfrekvenssignal0.2.vi` på 1200 Hz stemmer overens med den afspillede grundtone. Dette ses på figur 3.11.

Diskussion

Ved forsøget med 1000 Hz observeres, at de to resultater ikke er tilnærmelsesvis ens. I første forsøg blev en harmonisk overtone opfanget, som den maksimale frekvens,

Tabel 3.1. Tabel over resultater

Udsendt frekvens [Hz]	1. resultat	2. resultat
950	954.33	954.33
1000	1000.00	1000.00
1100	1101.33	1101.33
1200	1202.00	1202.00
1300	1302.00	1302.00



Figur 3.12. Resultat for for bordtest 4 ved anvendelse af 500 Hz

hvor der i andet forsøg blev opfanget grundtonen på den genererede frekvens. Disse to resultater skal være ens og derfor er de ikke tilfredsstillende.

Konklusion

Ved generering af frekvenser lavere end 1000 Hz opfanges harmoniske overtoner, i stedet for grundtonen, som er det ønskede resultat. Ved generering af frekvenser lig 1000 Hz opfanges ustabile resultater. Ved generering af frekvenser højere end 1000 Hz, opnås pæne resultater, hvor den genererede frekvens er lig den opfangede frekvens.

Aktion

Det skal undersøges, om målinger genereret med en frekvens lig eller højere end 1000 Hz er stabile.