Test af hardware

Til test af hardwaredelen blev der først udført modultest på henholdsvis forstærkeren og det analoge filter. Efterfølgende blev der udført integrationstest på forstærkeren og det analoge filter sat sammen med tryk transduceren. Slutteligt blev den samlede hardwaredel bestående af tryktransducer, forstærker og analogt filter testet på en vandsøjle.

**Modultest af forstærkeren**

I modultesten af forstærkeren blev Analog Discovery brugt som spændingsforsyning og oscilloskop på to forskellige målepunkter placeret ved henholdsvis indgangs signalet og udgangssignalet.

Da tryktransduceren forventes at have output spændinger i området 0 til 6,25 mV blev signalet fra transduceren simuleret ved en sinus på 1 Hz med et offset på 0. Den laveste amplitude for indgangs signalet var 1 mV. For hver måling blev amplituden for indgangs signalet sat op med 1 mV indtil den sidste måling hvor amplituden var nået op på 10 mV. Således blev der 10 forskellige målinger. Reelt set var det kun nødvendigt at teste op til 6 mV eller 7 mV, da det er herimellem, at man kan forvente et max tryk fra transduceren at ligge. Da der alligevel er taget målepunkter op til 10 mV skyldes det at der ved flere målinger kan laves en ”pænere” tendenslinje ved lineær regression.

\begin{figure}[H]

\centering

**\includegraphics**[width=1\textwidth]{Figurer/Hardware/FilterDesignMedKomponentvaerdier}

\caption{Unity gain 2. ordens Sallen-Key lavpas konfiguration med indsatte komponentværdier.}

**\label{fig:Filter\_K}**

\end{figure}

INDSÆT BILLEDE AF MÅL OPSTILLING

BILLEDE TEKST: Måleopstilling ved modul test af forstærkeren.

Ud af målingerne blev der foretaget lineærregression over de 10 målepunkter. Tendenslinjen der kom ud af den lineæreregression blev som følger:

Y = 415,8\*X-0,09 hvor R2=0,99

Her kan Y beskrives som værende forstærkningen ved en given frekvens. Konstanten 415,8 er den reelle forstærkning som er målt for forstærkeren. Skæringen med y-aksen burde være 0, men grundet måleusikkerheder er den blevet -0,09, hvilket også er acceptabelt. Den høje R2 værdi indikerer at der er en tydelig lineær sammenhænge mellem den påtrykte spænding og spændingen af output, dvs. forstærkningen er lineær.

\begin{center}

\begin{align}

G=\frac{2,5}{6,25 \cdot 10^{-3}}=400

\**label{ligning2}**

\end{align}

\end{center}

Senere påtryktes samme målopstilling et DC-signal med amplituder startende fra 3mV op til 10 mV. Igen blev amplituden øget med 1 mV for hvert måling således, at der blev 7 målepunkter. Ved målinger foretaget på signaler med både 1 mV og 2 mV er offsettet i Analogen så stort at målingerne er umulige

Efter at have foretaget lineærregression på de 7 målepunkter så tendenslinjen ud som følger:

Y = 386,38x + 0,5547 hvor R² = 0,9979

Forstærkningen givet ud fra de 7 måle punkter er på 386 hvilket er en del under den målte forstærkning når systemet påtrykkes et sinussignal i stedet for et DC-signal. Dette kan skyldes at der i målingen aff DC-signalet er færre målepunkter, og at det dermed bliver en mere usikker måling, da selv en mindre måleusikkerhed har en større indflydelse på den målte forstærkning.

**Modultest af det analoge filter**

I modultesten af det analoge filter blev Analog Discovery brugt som spændingsforsyning, signal generator og som oscilloskop til at måle amplituderne for input signalet og output signalet for filteret.

INDSÆT BILLEDE AF MÅL OPSTILLING

BILLEDE TEKST: Måleopstilling ved modul test af forstærkeren.

I modultesten af det analoge filter ændres frekvensen for det påtrykte sinussignal på filter indgangen. Der blev målt på i alt 21 målepunkter som lå i intervallet 1 Hz til 500 Hz, se bilag XX for de præcise angivelser af de udvalgte målefrekvenser. Output amplituden samt Δt mellem de to grafer blev aflæst på de to grafer. På baggrund af disse målinger blev dæmpningen af signalet afbildet og fasedrejet udregnet og afbilledet.

INDSÆT BILLEDE AF DET DÆMPEDE SIGNAL

BILLEDE TEKST: Amplitude størrelse for output signalet fra filteret når input signal har en amplitude på 2,5 V.

INDSÆT BILLEDE AF FASEDREJ

Graf!! TEKST: Fasedrejningen for output signalet fra filteret set i forhold til forskellige frekvenser.

Det gælder generelt for et 2. ordensfilter af standarttypen som der er arbejdet med igennem projektet at fasen er 0⁰ en dekade før filterets knækfrekvens og falder med -90⁰/dekade frem til dekaden efter knækfrekvensen. Derfor skal filteret i praksis have et fasedrej på minus -90⁰ ved knækfrekvensen 50 Hz. Som det ses ud graf!! er fasedrejet ved frekvensen 5 Hz -5,2⁰, denne skulle reelt set have været 0⁰.

Ved knækfrekvensen som er sat til 50 Hz er fasedrejet -86,4⁰, hvor fasedrejet skulle have været -90⁰. Ved målingen for 53 Hz er fasedrejet -95,4⁰. Dermed kan der argumenteres for, at filterets reelle knækfrekvens må ligge et sted imellem 50 Hz og 53 Hz.

For målingen på 500 Hz er fasedrejet -180⁰, hvilket stemmer overens med teorien for 2. ordensfilterets fasekarakteristik.

**Integrationstest for forstærker og analoge filter sammen**

Til integrationstesten af forstærkeren og det analoge filter blev Analog Discoverys signalgenerator koblet til indgangen på forstærkeren som blev påtrykt et sinussignal. Filter og forstærker blev koblet sammen således output fra forstærkeren løb over i filterets input. Desuden fungerede Analog Discovery som spændingsforsyning for både forstærkeren og det analoge filter.

Der blev udført to målinger for hver udvalgte målefrekvens hvor amplituden af sinussignalet var henholdsvis 6mV og 7mV. Der blev dermed foretaget 2 målinger for hver af de 16 frekvenser der lå i intervallet 1Hz til 1 kHz.

!!!Indsæt måleopstilling!!!!

Da projektet tager udgangspunkt i, at et maksimalt blodtryk vil have en amplitude på 6,25 mV de to måle amplituder 6mV og 7mV blevet udvalgt for på den måde at kunne eftervise at forstærkeren og filteret sammen får forstærket signalet op som det skal. Samtidig er de forskellige målefrekvenser udvalgt med henblik på at vise, at signalet på trods af forskellige indgangsamplitude har den samme knækfrekvens. Som man kan se ud af \refXXX!!!!!

!!!!Indsæt billede af graf!!!!

Som det kan ses ud af \ref!!!! viser amplitude karakteristikken for signaler ved hver af de to forskellige amplituder bliver forstærket relativt lige meget dvs. de to amplitude karakteristikker følges ad.

Knækfrekvensen som med de pågældende komponentværdier er udregnet til værende 50,37 Hz (se implementering) Knæk frekvensen kan findes på grafen ved af aflæse 3dB frekvensen. Denne kan udregnes ved følgende ligning

3dBfrekvens=

For signalet med amplitude karakterisikken for 7mV bliver 3dB frekvensen dermed

3dBfrekvens=mV

Ved aflæsning på grafen kan man ud for ca. 5 mV se, at grafen på x-aksen kan aflæses til at ligge meget tæt på et mål punkt der ligger i data sættet hedder (55 Hz, 5,2 dB), se bilag XX. Ud fra denne oplysning må det antages at den målte knækfrekvens ligger lige en anelse under 55 Hz. Dog er den målte knækfrekvens for systemet højere end 50Hz da forstærkningen ved målingen for 50 Hz er ca. 6 dB.

Ud af grafen og det dertilhørende dataset kan det også læses at forstærkningen falder med næsten 40dB/dekade efter knækfrekvensen, med en afvigelse på 3,4 dB.

INDSÆT FASEDREJ

Ud af figur XX kan ses det, at filteret og forstærkeren sammensat har et fasedrej på -90⁰ ved et sted mellem 50 Hz og 55 Hz. Desuden ses det, at faseforskydningen allerede begynder en dekade før knækfrekvensen og er nede i 180⁰ grader ved ca. en dekade over knækfrekvensen.

**Integrationstest med vandsøjle**

I integrationstesten med vandsøjlen blev hele hardware delen dvs. transducer, forstærker og analogt filter testet på en vandsøjle, med et bestemt tryk. Transduceren blev koblet til vandsøjlen.

INDSÆT BILLEDE AF OPSTILLING

Ved det kendte vandsøjletryk i mmHg blev udgangsspændingen for det analoge filter noteret. Efter at have lavet lineær regression over de 5 måle punkter blev tendenslinjens ligning sammenlignet med en tendenslinje, der var lavet på baggrund af 5 teoretisk beregnet punkter.

INDSÆT BILLEDE AF GRAF

Ud af graf XX ses det at de to tendenslinjer ligger næsten parallelt faktisk er hældningskoefficienten som er målt på systemet kun 0,0003 større end det er tilfældet for den teoretisk beregnede linje. Dvs. at de to linjer næsten er parallelle. Hvis de to linjer havde været fuldkommen parallelle ville man med sikkerhed kunne sige, hvor stort væsketryk, der er i søjlen på baggrund af det spændings output der er på udgangen af det analoge filter. I systemets tilfælde afviger hældningskoefficienten med 3%, hvilket må siges at være acceptabelt grundet målusikkerheder.

for de teoretisk beregnet punkter

Ved et vandsøjletryk på 85,55 mmHg blev der ved udgangen på det analoge filter målt 945mV. Da der var tale om et statisk tryk svarer det altså til et DC-signal.

Fasedrejet,ϕ, er udregnet ved formlen

ϕ=360⁰\*ω\*Δt

til at

og amplitude optil 6

1 til 10 mV

250 mmHg 🡪 6,25 mV 🡪 begynder at knække

Egenstør bliver lavere når vi bruger en input brance der passer

Støj der er uafhængig af forsyningsspænding bliver af større betydning ved mindre signal.

. Måler indgangs signal og

120 + 4,7 modstand i forstærker

Straingage + transducer