For Loudspeaker Protection

16. juni 2016

Kasper Kiis Jensen Poul Hoang Mikkel Krogh Simonsen 16gr640@es.aau.dk

Department of Electronic Systems Aalborg University Denmark





Gruppe t

_ ...

Problemstilling

Løsni

Syster

Resulta

Multi-Ha

RMS Limiter

RMS Limiter

Interpolati

Optimering

muligheder

optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Problem

Problemstilling

Problemformulering

Løsning

System

Resultater

Multi-Rate/stage

Decimation

RMS Limiter

RMS Limiter

Interpolation

Optimering

Relevante optimerings muligheder

Implementerede optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark 35



Problem

Perspektivering &

Demonstration

Høitaleren

- ➤ Størrelse
- ▶ Lydstyrke
- Lydkvalitet

Musik

- ▶ Genre
- ► Frekvensrespons

Brugsforvirring





Gruppe 640

Probler

Problemstilling

Problemformule

Løsning

System

Resultater

Multi-Rate/st

Decimatio

RMS Limit

DMC Limit

RMS Limit

Ontimorino

Relevante optimerings

Implementerede

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Hvad er problemstillingen?

Hvordan analyseres problemet?

Hvad er løsningen?

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Gruppe 640

Problem

Problemstilling

roblemformule

Løsnin

Svete

Resultat

Multi-R

Decimat

RMS Lin

DMC Limit

RMS Limit

Ontimorin

Relevante optimering

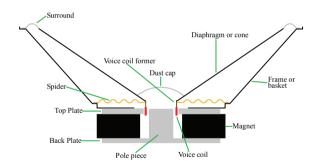
Implementere

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Højtalerens fysiske begrænsning

Spolen (coil) rammer bagplade (backplate)





Problemstilling

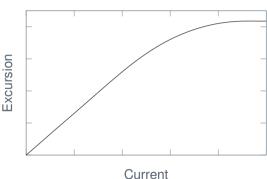
Perspektivering &

Demonstration

Er der tegn på at de fysiske begrænsninger?

Forvrængning opstår inden spolen rammer bagpladen

Forvrængning i musik





Gruppe 640

Problem

Problemstilling

Problemformulerin

Løsnin

System

Resulta

Multi-Rate/s

Decimation

RMS Lim

RMS Lim

Interpolat

Optimering

Relevante optimering

Implementere optimeringer

Perspektivering a Konklusion

Demonstration

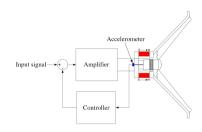
Designmetode

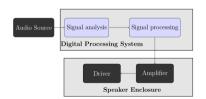
Feedback

- Forsøg for udledning af mønstrer
- Svær løsning pga. sensorer
- ▶ Generel løsning
- ► Tidskrævende løsning

Feedforward

- ▶ Modeller
- ▶ Ikke generel løsning







Problemformulering

Konklusion

How can a real-time signal processing system in an active loudspeaker prevent the coil from hitting the backplate of the woofer and reduce distortion compared to peak limitation?

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Gruppe 640

Proble

Problemstilling

Problemformular

Løsning

Syste

Regultati

Multi-Do

Decimation

DMOLL

DMCTI

THING LIN

_ .. .

Optimering

muligheder

Implementere optimeringer

Perspektivering Konklusion

Demonstration

Multibånds RMS limiter (0 - 530 Hz)

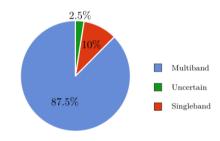
- ► Fire limiter bånd
- ► Et overordnet bånd

Baseret på lytteforsøg

Forskellige kombination

- ▶ Vægtning
- Lydforskel

Ikke muligt at finde systemer at teste de forskellige konstellationer



Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Gruppe 640

Proble

Problemstilling

1100/01110111010

System

Syste

Resultat

Multi-Rate

Decimation

RMS Lin

DMCTI

Internolat

Ontimering

Optimering

muligheder

optimeringer

Perspektivering a

Demonstration

System

► Fem RMS limiters

GUI

- ► Volumekontroller
- ► Otte bånd equalizer
- ► Otte bånd spectrum analyzer

Platform

- ► Development Board TMDX5515EZDSP
- ▶ Dali Zensor 5



System

Demonstration

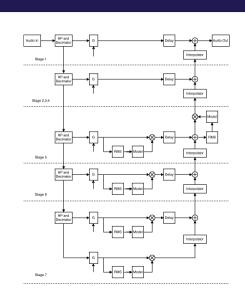
Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

Multirate system

- ▶ Decimation
- ► Interpolation

Samplingsfrekvenser

- ▶ 48.000 Hz
- ▶ 24.000 Hz
- ▶ 12.000 Hz
- ▶ 6.000 Hz
- ▶ 3.000 Hz
- ▶ 1.500 Hz
- ▶ 750 Hz
- ▶ 375 Hz





Gruppe 640

Problen

Problemstilling

Problemformuleri

1 100101111011110101

Løsning

System

Resultater

Multi-Rate/

Decimation

Decimation

DMC Limi

HMS LIM

Interpolatio

Optimering

muligheder

Implementere optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration





Gruppe 640

Proble

Problemformulerin

Løsnin

System

Resultater

Multi Dat

Multi-Rate

Decimatio

RMS Limit

interpolatio

Optimering

Relevante optimering

Implementere optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Frekvensrepons

RMS limiter

Støjgulv



Gruppe 640

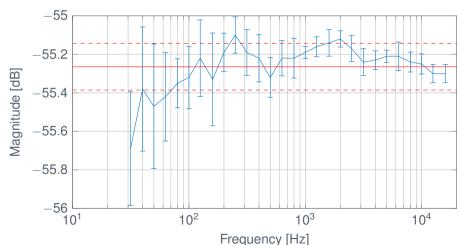
Resultater

Perspektivering &

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

Bypassed frekvensrespons





Gruppe 640

Problem

Problemstilling

Problemformuler

Løsning

System

Resultater

riosantatoi

Multi-Pate

Decimation

RMS Limi

RMS Lim

Internolat

Optimering

Relevante optimering

Implementered

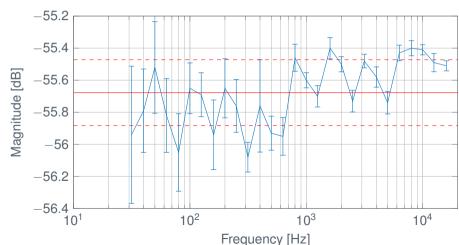
Perspektivering &

Konklusion

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark







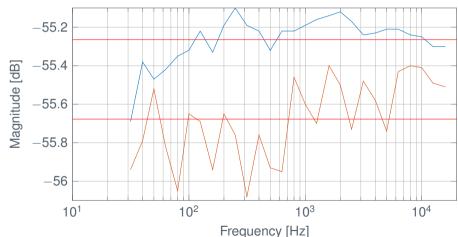
Gruppe 640

Resultater

Perspektivering &

Demonstration







Gruppe 640

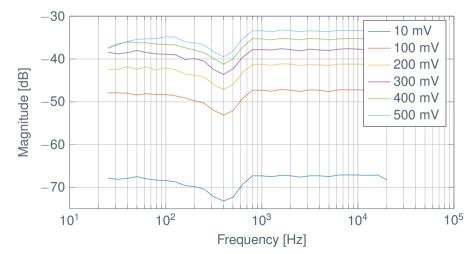
Resultater

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

35

Frekvensrepons med limiter slået til ved forskellige amplituder





Gruppe 640

Problem

Problemstilling

Problemformularing

Løsning

System

Resultater

Multi-Hate/s

RMS Limite

RMS Limite

HIVIO LIIIILE

Optimering

Relevante optimering: muligheder

Implementered

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Gruppe 640

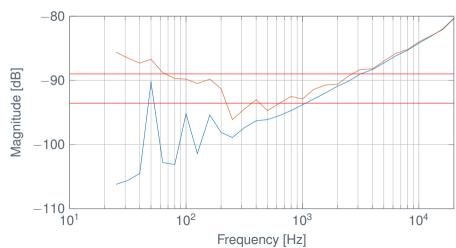
Resultater

Perspektivering &

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark







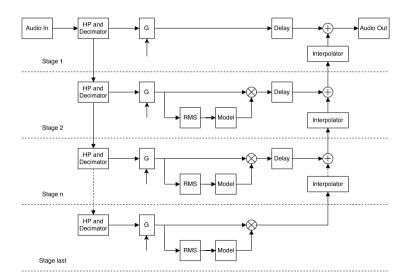
Multi-Rate/stage

Demonstration

Downsampling med faktor 2

- ► 7 gange
 - ▶ 48 kHz
 - ▶ 24 kHz
 - 12 kHz

 - ▶ 375 Hz



Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Decimation

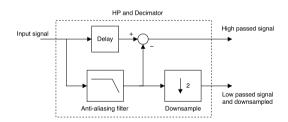
Konklusion

Funktionalitet:

- ► Lavpas filter til Anti-Aliasing
- ► Spektral subtraktion til høipas filtrering

Krav:

- ► Overholde IEC 6964 Class
- Lineær fase
- ► 60 dB dæmpning ved fs 21





Gruppe 640

Probler

Problemstilling

Løsning

Cunton

Docultato

.....

Decimation

Decimatic

RMS Limit

Interpolation

Optimerin

Relevante optimerings muligheder

Implementere optimeringer

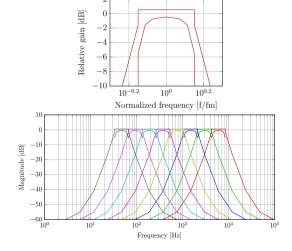
Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Dept. of Electronic Systems
Aalborg University

Krav:

- √ Overholde IEC 6964 Class
 2
 - ► Lineær fase
- ▶ 60 dB dæmpning ved fs/2L



Decimation

Konklusion

Krav:

- Overholde IEC 6964 Class 2
- Lineær fase

50. Orden FIR

Type 1

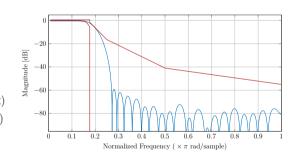
√ Symmetrisk

√ Lige orden

- $\sqrt{60}$ dB dæmpning ved $\frac{fs}{2l}$
 - ω_{pass} = 0.125 $\frac{\pi rad}{sample}$ (3.000Hz)
 - $\omega_{\text{stop}} = 0.271 \frac{\pi rad}{sample} (6.500 \text{Hz})$

Metode brugt:

- Kaiser Window method
 - Effektivt design
 - Justerbar beta-værdi





Gruppe 640

Proble

Problemstilling

Problemiormul

Løsnin

Syste

Resulta

IVIUIU-F4

Decimat

RMS Limiter

Interpolat

Optimering

Optimering

Implementere

Perspektivering Konklusion

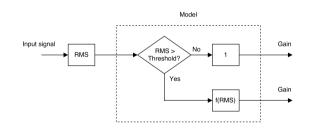
Demonstration

Funktionalitet:

- ► Beregn RMS værdi i bånd
- ► Bestem gain passende gain værdier
- ▶ Påfører gain

☑ Krav:

- ► Løbende Gennemsnit
- ▶ Dæmpning til grænseværdi ved input på ≥ grænseværdien
- ▶ 0 s attack time
- ▶ 5 s release time





Gruppe 640

Proble

Problemstilling

Problemiormul

Løsnin

System

Resultat

NAME OF STREET

Decimat

DMOLI

RMS Lir

RMS Limiter

Interpolat

Optimering

Optimering

Implementere

Perspektivering Konklusion

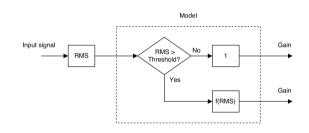
Demonstration

Funktionalitet:

- ► Beregn RMS værdi i bånd
- ► Bestem gain passende gain værdier
- ▶ Påfører gain

Krav:

- ► Løbende Gennemsnit
- ▶ Dæmpning til grænseværdi ved input på ≥ grænseværdien
- ▶ 0 s attack time
- ▶ 5 s release time





RMS Limiter

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

35

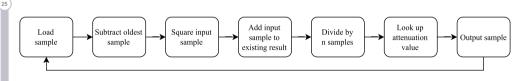
Krav:

Løbende Gennemsnit

► Nødvendige samples: $n = \frac{fs}{f_{lowest}}$

► Band 1-4: $n = \frac{375Hz}{30Hz} = 12.5 \approx 16$

► Band 5: $n = \frac{3000 Hz}{20 Hz} = 100 \approx 128$



RMS Limiter

Konklusion

Grænseværdier bestemmes ved at:

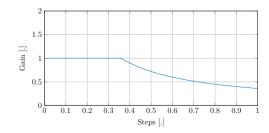
Finde Maksimalt gennem hele systemet = 40 dB

Grænseværdien findes ved Threshold = $\frac{\sqrt{150W \cdot 5\Omega}}{100} = 0.3 V$

Look up tabellen laves:

Opdele funktionen $\sqrt{\frac{\mathit{Threshold}^2}{\mathit{RMS}^2}}$ i 1024 steps

Beregn en Lookup tabel ved brug af formlen $_{\iota}$





RMS Limiter

Konklusion

Demonstration

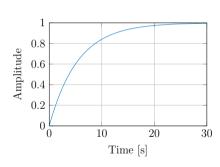
Krav:

- 0 s attack time
 - ► Påfør gain med det samme
- ▶ 5 s release time

$$ightharpoonup H(s) = \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

$$au = 5 S$$

- ► Impuls Invariant metode
 - $ightharpoonup H(s) = T \frac{0.2}{1-e^{-0.2T_z-1}}$





Gruppe 640

Proble

Problemstilling

Problemformule

Løsnin

System

Resulta

Multi-Ra

Decimat

RMS Lim

DMCLim

Interpolation

interpolat

Optimering

Relevante optimerings muligheder Implementerede

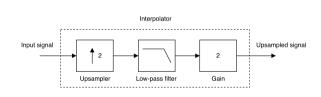
Perspektivering Konklusion

Demonstration

Funktionalitet:

Krav:

- Lavpas filter til rekonstruktion
- Zero-padding til upsampling
- ► Forstærkning med faktor *L*
- ▶ Må ikke interfere med
 - Må ikke interfere med decimation filter bandwidth
 - ▶ 60 dB dæmpning ved fs/2L





Gruppe 640

Problen

Problemstilling

Problemformuleri

Løsning

0....

Doculto

.....

200111100

THIVIO LIIII

RMS Limi

Interpolation

Optimering

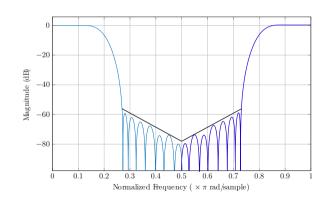
Relevante optimerings muligheder Implementerede

Perspektivering Konklusion

Demonstration

Krav:

- Må ikke interfere med decimation filter bandwidth
 - over 0.3 $\frac{\pi rad}{sample}$
 - ▶ under 0.7 $\frac{\pi rad}{sample}$
- ► 60 dB dæmpning ved fs/2L





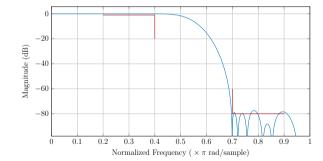
Interpolation

Konklusion

Demonstration

Krav:

- Må ikke interfere med decimation filter bandwidth
- $\sqrt{60}$ dB dæmpning ved $\frac{fs}{21}$
 - ▶ 34. Orden FIR
 - ► Type 1





Gruppe 640

Problem

Problemstilling

Problemformulerin

Løsning

Syster

riesuitater

Multi-Rate/sta

Decimation

HIVIS LIMI

HIVIS LIMI

Interpolation

Optimering

muligheder

Implementerede optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration



Gruppe 640

Proble

Problemstilling

Problemformule

Løsnin

System

Resultater

Multi-Rate/s

Decimation

DMOLL

HIVIS LIM

RMS Limit

Interpolat

Optimerin

Relevante optimerings muligheder

Implementered optimeringer

Perspektivering 8 Konklusion

Demonstration

► Reducering af anvendte instruktioner.

- ► Gennemsnitligt 900 instruktioner pr. sample.
 - 1. Generel optimering såsom cirkulære buffer og DUAL-MAC
 - 2. Polyphase FIR filtre
- ▶ Mindre delay gennem systemet
 - ► 111 ms delay gennem systemet
 - Titins delay germen systemet
 - 1. Færre trin/bånd (stages) i systemet
 - 2. IIR filter i interpolation
- ▶ Bedre RMS limiter



Gruppe 640

33

35

Implementerede optimeringer

Perspektivering &

Demonstration

Now it goes real crazy

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Perspektivering/Konklusion

Limiter Gruppe 640

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

something



Gruppe 640

Probler

Problemstilling

Problemformulering

Løsning

System

Resultater

Multi-Rate/st

Decimation

DI 10 LI III

HIVIS LIMIT

Interpolation

Optimering

Relevante optimerings muligheder

Implementered optimeringer

Perspektivering & Konklusion

Demonstration

(35

35

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark Now it goes real crazy

