Multi-band RMS limiter

For Loudspeaker Protection

15. juni 2016

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

Department of Electronic Systems
Aalborg University
Denmark

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Agenda

Something awesome

Something awesome

Something awesome

Something awesome

Something awesome

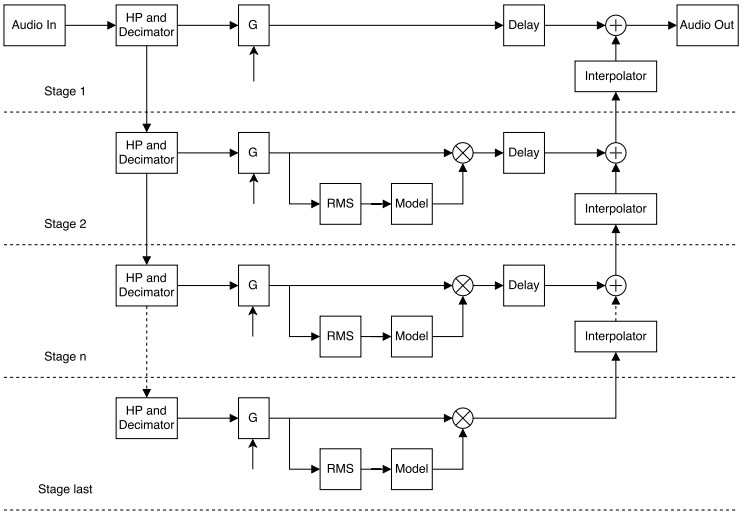
Blokdiagram

hold nu kæft et overblik!

7 Something awesome

Opbygning
Multi-Rate/stage

- Downsampling med faktor 2
- 7 gange
  - 48 kHz
  - 24 kHz
  - 12 kHz
  - ...
  - 375 Hz

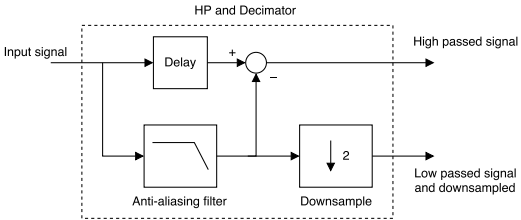


Funktionalitet:

- Lavpas filter til Anti-Aliasing
- Spektral subtraktion til højpas filtrering

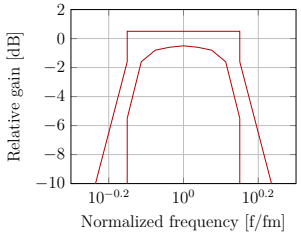
Krav:

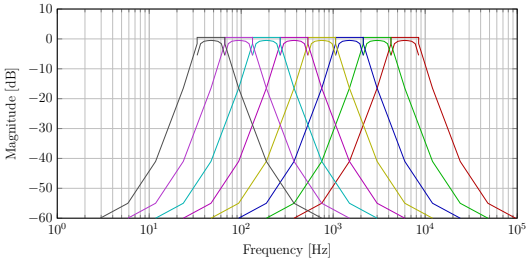
- Overholde IEC 6964 - Class 2
- Lineær fase
- 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$



Krav:

- ✓ Overholde IEC 6964 - Class 2
- Lineær fase
- 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$





Opbygning

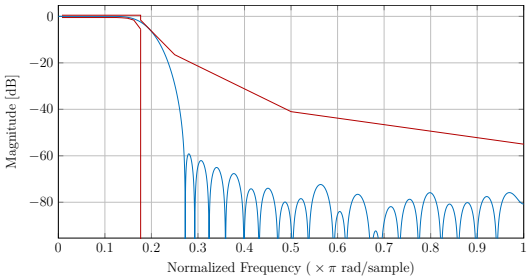
Lineær fase & 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$

Krav:

- √ Overholde IEC 6964 - Class 2
- √ Lineær fase
  - √ 50. Orden FIR
  - √ Type 1
    - √ Symmetrisk
    - √ Lige orden
- √ 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$
  - $\omega_{pass} = 0.125 \frac{\pi\, rad}{sample}$ (3.000Hz)
  - $\omega_{stop} = 0.271 \frac{\pi\, rad}{sample}$ (6.500Hz)

Metode brugt:

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

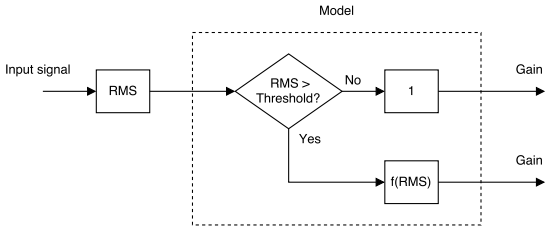


Funktionalitet:

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

Krav:

- Løbende Gennemsnit
- Dæmpning til grænseværdi ved input på $\geq$ grænseværdien
- 0 s attack time
- 5 s release time

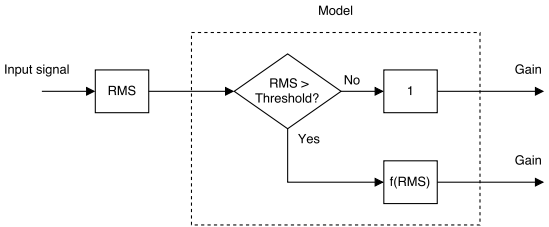


Funktionalitet:

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

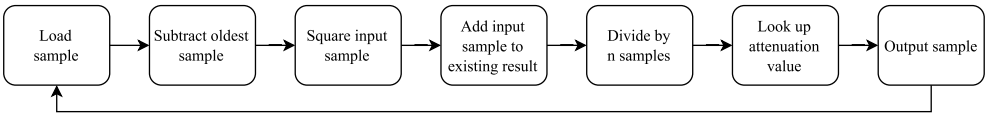
Krav:

- Løbende Gennemsnit
- Dæmpning til grænseværdi ved input på $\geq$ grænseværdien
- 0 s attack time
- 5 s release time



Krav:

- √ Løbende Gennemsnit
  - Nødvendige samples: $n = \frac{fs}{f_{lowest}}$
    - Band 1-4: $n = \frac{375Hz}{30Hz} = 12.5 \approx 16$
    - Band 5: $n = \frac{3000Hz}{30Hz} = 100 \approx 128$



Grænseværdier bestemmes ved at:

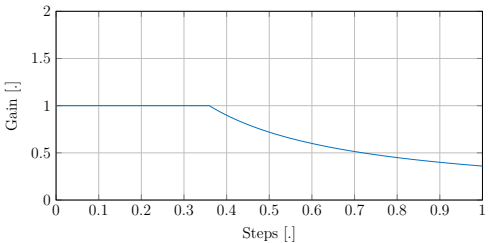
Finde Maksimalt gennem hele systemet = 40 dB

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

Look up tabellen laves:

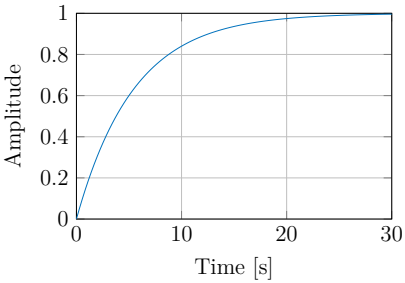
Opdele funktionen $\sqrt{\frac{Threshold^2}{RMS^2}}$ i 1024 steps

Beregn en Lookup tabel ved brug af formlen $\sqrt{\frac{\text{Threshold}^2}{(\frac{n}{1024})^2}}$



Krav:

- 0 s attack time
  - Påfør gain med det samme
- 5 s release time
  - $H(s) = \frac{\omega_c}{s+\omega_c}$
  - $\tau = 5\ s$
    - $\omega_c = \frac{1}{\tau}$
  - $H(s) = \frac{0.2}{s+0.2}$
- Impuls Invariant metode
  - $H(s) = T\frac{0.2}{1-e^{-0.2T}z^{-1}}$



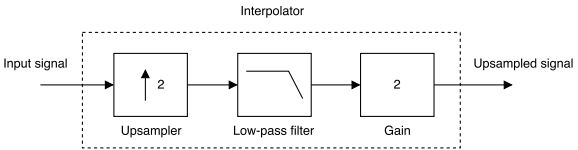
Dept. of Electronic Systems
Aalborg University
Denmark

Funktionalitet:

- Lavpas filter til rekonstruktion
- Zero-padding til upsampling
- Forstærkning med faktor L

Krav:

- Må ikke interfere med decimation filter bandwidth
- 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$

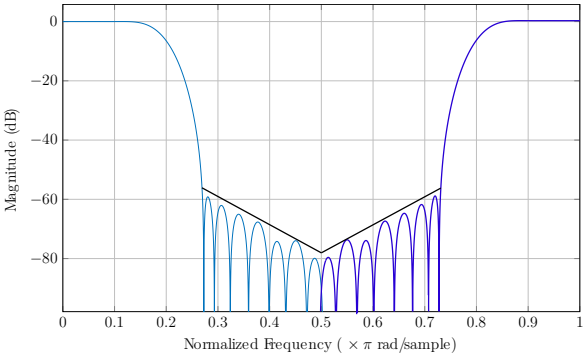


Opbygning

Må ikke interfere med decimation filter bandwidth

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 $\frac{fs}{2L}$

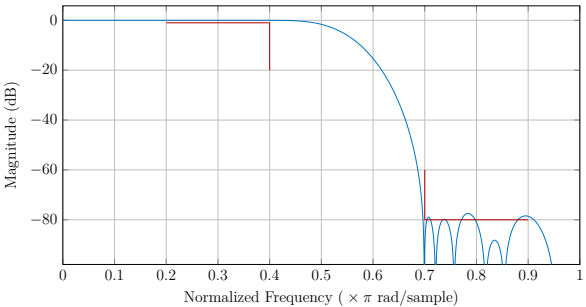


Opbygning

60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$

Krav:

- √ Må ikke interfere med decimation filter bandwidth
- √ 60 dB dæmpning ved $\frac{fs}{2L}$
  - 34. Orden FIR
  - Type 1



Optimering

- 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
    1. Færre trin/bånd (stages) i systemet
    2. IIR filter i interpolation
- Bedre RMS limiter

Now it goes real crazy

Perspektivering/Konklusion

- something

Demonstration

Jamen hva' ska' æ kost, Tonni?

Now it goes real crazy

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK