

**KU LEUVEN** TECHNOLOGIECAMPUS GOSTENDE



## Spectrum analyzer in VHDL

Gert-Jan Andries  
Nick Steen  
Xavier Dejager




---

---

---

---

---

---

---

---

### Features

- Frequentiebereik: 0 – 22kHz
- Frequentieresolutie: 512 banden
- Blok mode
- Lijn mode
- 2 kleurenschalen
- Uitmiddeling van frequentiebanden
- HDMI signaal
- OLED display
- Audio uitvoer

**KU LEUVEN**

---

---

---

---


---

---

---

---

### Audio Spectrum Analyzer



- Geeft spectrum weer van audiosignaal
- Spectrum door middel van FFT
- Realtime audio data

**KU LEUVEN**

---

---

---

---

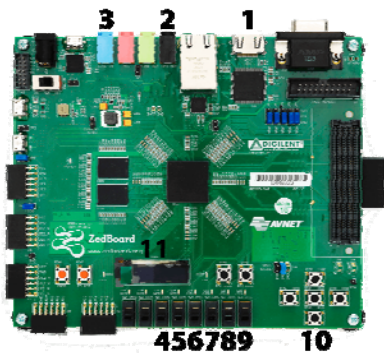
---

---

---

---

## ZedBoard



KU LEUVEN

---

---

---

---

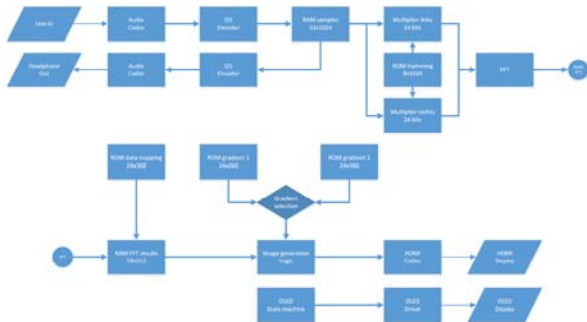
---

---

---

---

## Overzicht



KU LEUVEN

---

---

---

---

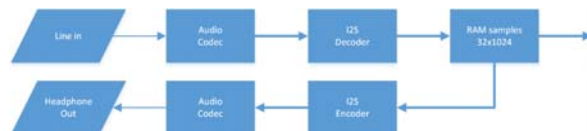
---

---

---

---

## Sampelen van het audiosignaal



- 16-bit audio per kanaal
- Zowel audio ontvangen als uitsturen
- Opslag per 1024 audiosamples

KU LEUVEN

---

---

---

---

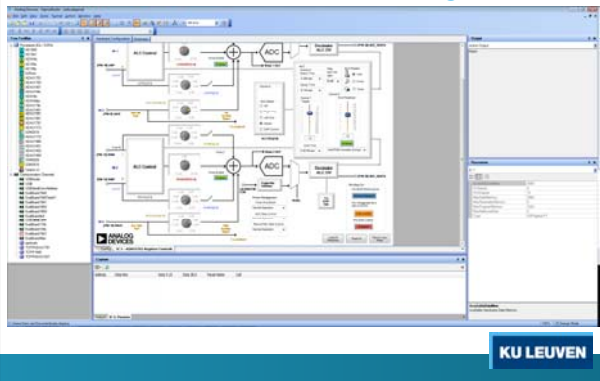
---

---

---

---

## Instellen van de ADAU1761 registers



---

---

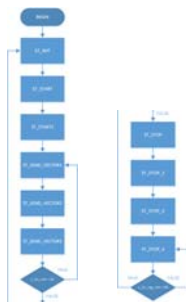
---

---

---

---

## Audio interface



- Instellen configuratieregisters van de ADAU1761
- Instellen door middel van I<sup>2</sup>C interface
- Na het inlezen klaar om samples te versturen en ontvangen.

---

---

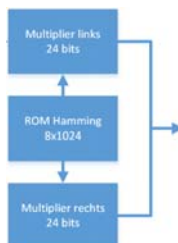
---

---

---

---

## Hamming window multiplier



- Per kanaal wordt vermenigvuldigt met hammingwindow waarde.
- Vermenigvuldigen gebeurt door middel van multiplier IP
- 16 bit audio vermenigvuldigd met 8 bit hammingwindow = 24 bit

---

---

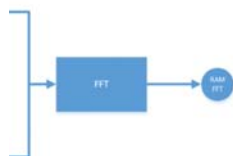
---

---

---

---

## Fast Fourier transformatie



- 1024 samples als invoer
- Uitvoerspectrum is even breed als input, maar bevat gespiegeld spectrum
- 512 nuttige banden
- FFT gebeurt door middel van Xilinx FFT IP

**KU LEUVEN**

---

---

---

---

---

---

Ram buffer voor FFT resultaten



- Uitvoer wordt opgeslagen in RAM geheugen
- Data schalen naar 1280 pixels breed (HDMI schermgrootte)
- Schalen volgens 3-2-3-2... algoritme

**KU LEUVEN**

---

---

---

---

---

---

## Weergavemodi

- Rounded rectangle mode
- Averaging aan/uit
- Rectangles aan/uit
- Thema selectie jet/orange
- Edgemode
- Peakmode



**KU LEUVEN**

---

---

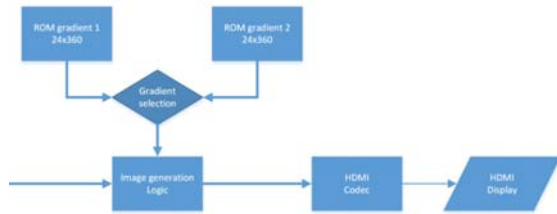
---

---

---

---

## Beeld genereren



KU LEUVEN

## Beeld genereren

- Adres voor FFT data komt van data mapping ROM
- FFT data vergelijken met actuele y positie op het scherm
  - Gradient of achtergrond tekenen
- Eventueel rooster tekenen met blokjes
  - Waarde behouden over 16 pixels voor y
  - Afronden naar 8 pixels voor x
- Pixels op ritme van de klok versturen naar codec
  - 24 bit formaat

KU LEUVEN

## ROM geheugen voor gradiënten

- Twee ROM geheugens met vaste kleurdata
- Te selecteren door middel van schakelaar
- Abs(y positie) van het halve scherm als adres
- De kleurdata is de inhoud op dat adres
- Multiplexer voor selectie

KU LEUVEN

## OLED display



- Weergave van tekst op OLED scherm
- Keuze uit 32 voor gedefinieerde zinnen van 16 karakters
- Volledige ASCII tabel beschikbaar (weergeefbare karakters)
- Wijzigt automatisch wanneer nieuwe data wordt aangelegd
- Weergave van 4 tekstlijnen

KU LEUVEN

---

---

---

---

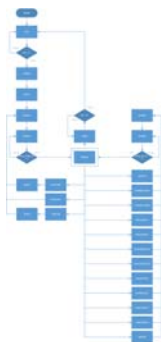
---

---

---

---

## OLED Initialize



- Initialize via state-machine
- Procedure beschreven in datasheet
- Enkel nodig bij opstart van de OLED

KU LEUVEN

---

---

---

---

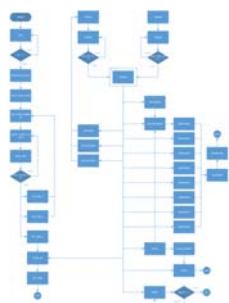
---

---

---

---

## OLED Text



1. Data wordt lijn per lijn ingelezen uit geheugen
2. Karakter per karakter ASCII data uitlezen
3. ASCII data verzenden via SPI naar het OLED scherm
4. Wachten tot invoerdata wijzigt om procedure opnieuw te starten

KU LEUVEN

---

---

---

---

---

---

---

---

## Delay



- Maximale delay van 4096 milliseconden
- Synchrone reset
- Invoerklok van 100 MHz

KU LEUVEN

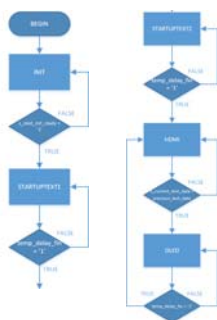
## SPI interface



- Verzend 1 byte via het SPI protocol
- CS geïmplementeerd, maar niet gebruikt door het ZedBoard
- Geeft aan wanneer data verzonden is (FIN-vlag)

KU LEUVEN

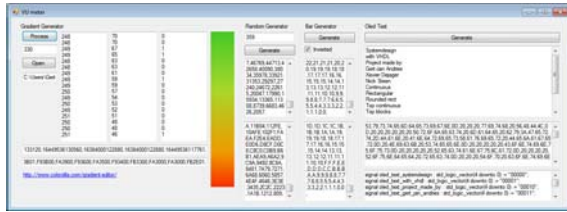
## Toplevel



1. Initialiseren van het OLED
2. Weergeven van vaste tekst (sequentie 1)
3. Weergeven van vaste tekst (sequentie 2)
4. HDMI state totdat tekstinput veranderd
5. OLED state totdat tekst weergegeven is

KU LEUVEN

## VHDL Toolbox



KU LEUVEN

KU LEUVEN

TECHNOLOGIECAMPUS COSTEDE



## Spectrum analyzer in VHDL

Gert-Jan Andries  
Nick Steen  
Xavier Dejager

