

Digitaal Audio Processing

- Toelichting op Wave Files.
- AD/DA omzetting.
- Embedded
 - Analoog inlezen en omzetten
 - Digitaal uitsturen (Embedded).
 - Digitaal omzetting naar analoog met R2R ofwel "Ladder" netwerk.

Embedded Systems

DAP week 2 1

Toelichting op Wave Files

- Standaard IFF Interchange File Format.
 - tagged file format (etiketten).
 - ULONG byte format Big endian.
4096 decimaal of hex 00001000
wordt ook zo in het file gezet.
00 00 10 00

Embedded Systems

DAP week 2 2

Toelichting op Wave Files

In tegen stelling tot Motorola CPU's die standaard LONG en SHORT bytes opslaan in Big endian.
Is MicroSoft traditioneel verbonden aan Intel's CPU's die LONG en SHORT bytes in Little endian opslaan.

Embedded Systems

DAP week 2 3

Toelichting op Wave Files

- MicroSoft groep ID is RIFF Resource Interchange File Format.
 - tagged file format (etiketten).
 - ULONG byte format Little endian.
305419896 decimaal of hex 12345678
wordt LSb first het file gezet.
78 56 34 12

Embedded Systems

DAP week 2 4

Toelichting op Wave Files

- Een Wave file bestaat uit Brokken:
 - RIFF WAVE chunk.
 - Groep ID "RIFF"
 - Type ID "WAVE"
 - Format chunk chunk ID "fmt"
 - Cue chunk, Playlist chunk, Associated Data List chunk, Sampler chunk, Instrument chunk.
 - Sound Data chunk. chunk ID "data"

Embedded Systems

DAP week 2 5

Toelichting op Wave Files

- RIFF descriptor

Endian	Name	Contents	Contents
Big	ChunkID	52 49 46 46	"RIFF"
Little	ChunkSize	3C B1 02 00	176444
Big	TypeID	57 41 56 45	"WAVE"

Embedded Systems

DAP week 2 6

Toelichting op Wave Files

• Format descriptor

Endian	Name	Contents	Contents
Big	Sub 1 ID	66 6D 74 20	"fmt "
Little	Sub 1 Size	0 00 00 00	16 #
Little	AudioFormat	01 00	PCM Format #
Little	NumChannels	02 00	1=mono 2=stereo #
Little	Sample/Sec	44 AC 00 00	44100
Little	Byte/Sec	10 B1 02 00	176400 = 44100 * 4
Little	BlockAlign	04 00	4 #
Little	Bits/Sample	10 00	16 " 8 of 16"

Embedded Systems

DAP week 2 7

Toelichting op Wave Files

• Sound Data descriptor

Endian	Name	Contents	Contents
Big	Sub 2 ID	64 61 74 61	"data"
Little	Sub 2 Size	10 B1 02 00	176400
Little	frame 0	00 00	Channel 1 #
	frame 0	00 00	Channel 2
	frame 1	FA 00	Channel 1
	frame 1	9B 00	Channel 2
	frame 2	F6 2F	Channel 1
	frame 2	56 34	Channel 2

Embedded Systems

DAP week 2 8

Toelichting op Wave Files

Sound Data samples

Format	Maximum Value	Minimum Value	Midpoint Value
8-bit PCM	255 (0xFF)	0	128 (0x80)
16-bit PCM	32767 (0x7FFF)	-32768 (-0x8000)	0

?! Signed, 1-complements of 2-complements.

Embedded Systems

DAP week 2 9

Toelichting op Wave Files

• Wave multiple channels format

Endian	Name	Contents	Contents
Little	Validbits/smp	10 00	16
Little	Channelmask	3F 00 00 00	5.1 surround #
Little	Subformat	10 00	16 "subtype_pcm"

numChannels := 6 en BlockAlign := 12 6 x 2 bytes/sample
AudioFormat := Bits/Sample : 8 + Channelmask + Subformat = 81

Windows Platform Development
"multi channels audiodata and wave files"

Embedded Systems

DAP week 2 10

Wave en C++

- Maak meerdere structs :
 - RIFF_Chunk
 - Fmt_Chunk
 - Data_Chunk
- Als je de file nu inleest kun je de drie chunks na elkaar inlezen.

Embedded Systems

DAP week 2 11

Wave en C++ vb.

```
struct
RIFFChunkType {
    unsigned long RIFF; // unsigned char[4] RIFF;
    unsigned long NextChunkSize;
    unsigned long TypeID;
} RIFFChunk;
```

Embedded Systems

DAP week 2 12

Wave en C++ vb.

```
struct
fmtChunkType {
    unsigned long fmt;           // unsigned char[4] fmt;
    unsigned long fmtLength;
    unsigned short WaveType;
    unsigned short Channels;
    unsigned long SampleRate;
    unsigned long BytesPerSecond;
    unsigned short BlockAlignment;
    unsigned short BitResolution;
} fmtChunk;
```

Embedded Systems

DAP week 2 13

Wave en C++ vb.

```
struct
dataChunkType {
    unsigned long data;         // unsigned char[4] data;
    unsigned long dataLength;
} dataChunk;
```

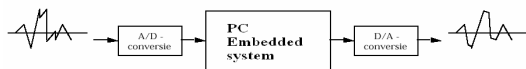
- if RIFFChunk.RIFF == 0x46464952 // "RIFF"
- if RIFFChunk.TypeID == 0x45564157 // "WAVE"
- If fmtChunk.fmt == 0x20746D66; // "fmt "
- Met unsigned char[4] moet strcmp gebruikt worden !!!

Embedded Systems

DAP week 2 14

AD/DA omzetting

digitale signaalbewerking



Embedded Systems

DAP week 2 15

AD/DA omzetting

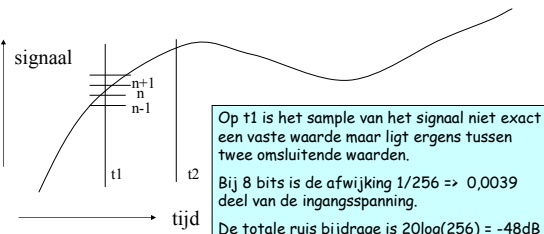
- Geen verlies aan kwaliteit na digitalisatie
- Willekeurige manipulatie van signaal mogelijk
- Foutcorrecties mogelijk (ongevoelig voor ruis)
- Digitale opslag maakt verwerking achteraf mogelijk
- Grote flexibiliteit met PCs
- Data compressie mogelijk

Embedded Systems

DAP week 2 16

AD/DA omzetting

• Informatieverlies bij discretisering

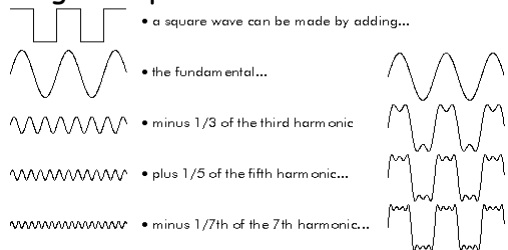


Embedded Systems

DAP week 2 17

AD/DA omzetting

• Signaal opbouw

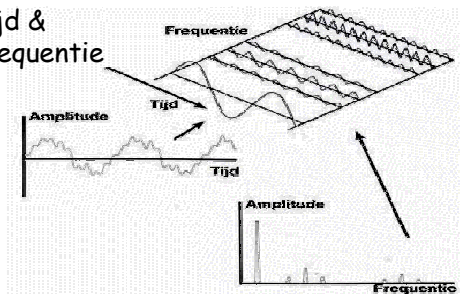


Embedded Systems

DAP week 2 18

AD/DA omzetting

Tijd & Frequentie



Embedded Systems

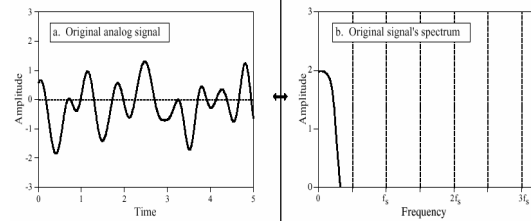
DAP week 2 19

AD/DA omzetting

Tijd & Frequentie

Time Domain

Frequency Domain

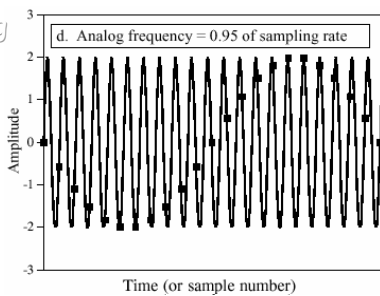


Embedded Systems

DAP week 2 20

AD/DA omzetting

Aliasing



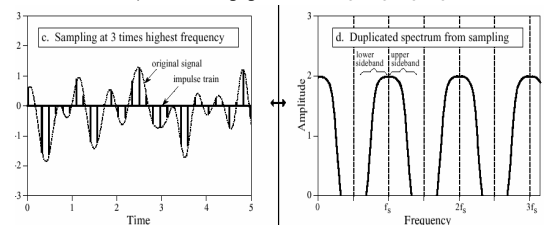
Embedded Systems

DAP week 2 21

AD/DA omzetting

Sample frequentie

Rondom de sample frequentie en veelvouden daarvan komen som en verschil frequentie. Aangegeven door f_s , $2f_s$, $3f_s$, $4f_s$



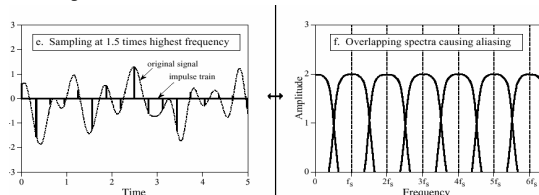
Embedded Systems

DAP week 2 22

AD/DA omzetting

Sample frequentie

Nu overlappen de verschil frequentie van de gebieden van f_s , $2f_s$, $3f_s$, $4f_s$ en treedt er aliasing op. Dit is achteraf niet meer weg te filteren.



Embedded Systems

DAP week 2 23

AD/DA omzetting

• A/D omzetting

- Bij het kiezen van de sample frequentie moet $f/f_s < 0,5$ om aliasing te voorkomen.
- Het antialiasing filter vooraf aan de AD omzetter dient dus voldoende verzwakking te hebben.

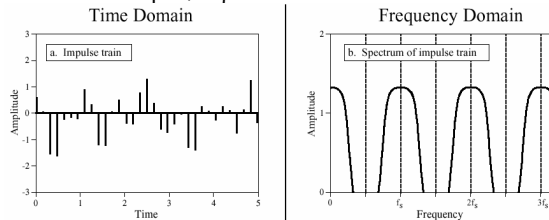
Embedded Systems

DAP week 2 24

AD/DA omzetting

Digitaal analoog omzetting.

Ook hier weer de extra frequenties rondom de sample frequentie



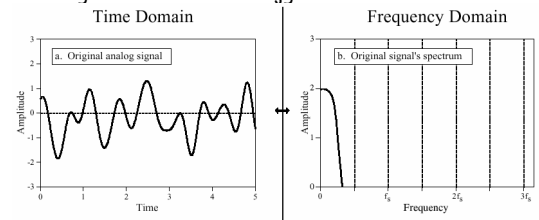
Embedded Systems

DAP week 2 25

AD/DA omzetting

Digitaal analoog omzetting.

Door een goed reconstructie filter is het origineel weer te verkrijgen.



Embedded Systems

DAP week 2 26

AD/DA omzetting

• D/A omzetting

- Bij het kiezen van het reconstructie laag doorlaad filter dient de doorlaat frequentie bij $f/f_s < 0,5$ zo rond de 0 waarde te liggen.
- Bij over sampling kan het filter aan de nieuwe waarde $f/f_s < 0,5$ voldoen.

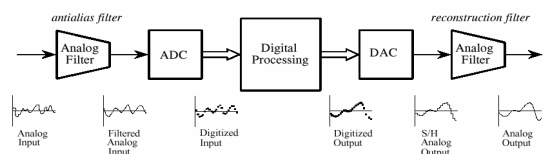
Over sampling is nieuwe geïnterpoleerde waarde creëren.

Embedded Systems

DAP week 2 27

AD/DA omzetting

Compleet plaatje



Embedded Systems

DAP week 2 28

Embedded

- Analoog inlezen en omzetten
- Digitaal uitsturen (Embedded).
- Digitaal omzetting naar analoog met "Ladder".

Embedded Systems

DAP week 2 29

Analoog inlezen en omzetten

- Het antialiasing filter moet dus voldoen aan $f/f_s < 0,5$.
- Maximale sample frequentie.

$$\text{Sample tijd} + \text{bewerkingstijd} = f_s$$
 - 13 clocktiks AD inlezen zie dictaat
 - 15 clocktiks bewerken ?
 - totaal 28 clocktiks van 1 MHz = 35kHz
- $f < f_s / 2 \Rightarrow 35\text{kHz} \times 0,5 = 17,5\text{kHz max.}$
- Spraakgebied voldoet 2,5 kHz.

Embedded Systems

DAP week 2 30

Digitaal uitsturen

- Door alle samples eenvoudig op de poort te plaatsen
 - P5=Sample;
- Aan P5 een DA unit plaatsen en een laag doorlaat filter.
 - R2R netwerk.

Embedded Systems

DAP week 2 31

Digitaal naar analoog

- Door gebruik te maken van een ladder netwerk kan van een Digitaal signaal een analoog signaal gemaakt worden.

Embedded Systems

DAP week 2 32

Digitaal naar analoog

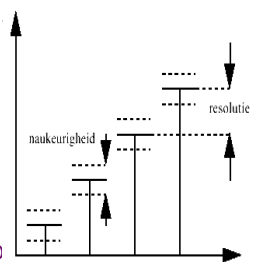
- Hoe gaat dat in zijn werk.
 - Het MSB heeft een bijdrage van $\frac{1}{2}$ maal U_{max} .
 - Het LSB heeft een bijdrage van $\frac{1}{8}$ maal U_{max} .
 - $U_{uit} = U_{max} \sum D(\alpha-n) 2^{-n}$
 - α = aantal bits 8 of 16
 - $n = 1$ tot α

Embedded Systems

DAP week 2 33

Digitaal naar analoog

- **Resolutie**
 - $1/256 U_{max}$
- **Nauwkeurigheid**
 - $\sum \Delta U_{ref}/U_{uit}$
 - $+\Delta R_{ref}/R_{uit}$
 - Afwijking van Spanning en weerstandswaarde. (1% 5%)

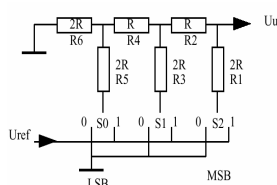


Embedded Systems

DAP week 2 34

Digitaal naar analoog

- 3 bit R2R ladder
 - $s_0s_1s_2=000$
 - $U_u = 0$ volt
 - $s_0s_1s_2=111$
 - $U_u = 7/8 U_{ref}$

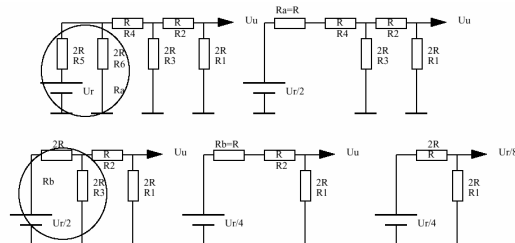


Embedded Systems

DAP week 2 35

Digitaal naar analoog

- $s_0s_1s_2=001$



Embedded Systems

DAP week 2 36

Digitaal naar analoog

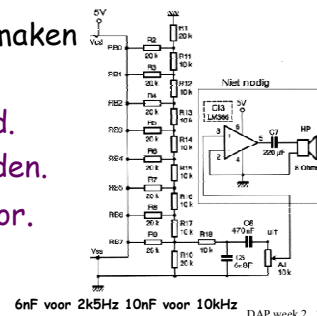
- 3 bit R2R ladder
 - $s0s1s2 = 000 \Rightarrow 0$
 - $s0s1s2 = 001 \Rightarrow U_r/8$
 - $s0s1s2 = 010 \Rightarrow U_r/4 = U_r/2/8$
 - $s0s1s2 = 100 \Rightarrow U_r/2 = U_r/4/8$
 - $s0s1s2 = 111 \Rightarrow U_r/8 + 2U_r/8 + 4U_r/8$
 - $s0s1s2 = 111 \Rightarrow 7/8 U_r$

Embedded Systems

DAP week 2 37

Embedded DA met LDF

- Ladder zelf maken
 - Connector.
 - Vero board.
 - Weerstanden.
 - Condensator.

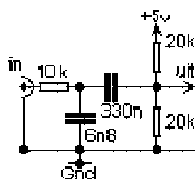


Embedded Systems

DAP week 2 38

Embedded aliasing filter

- Zelf maken !
 - Connector.
 - Vero board.
 - Weerstanden.
 - Condensatoren



Embedded Systems

DAP week 2 39

Uitrekenen LDF

- Kies een waarde voor de weerstand
- Vul deze in de formule in.
- Neem een condensator zo dicht mogelijk bij de berekende waarde.
- Bereken nu f_s met de gevonden componenten.
- $f_s = 1/(2\pi RC)$
- $\Rightarrow 1/(2 \times \pi \times 10^4 \times 6,8 \times 10^{-9}) = 2341 \text{ Hz}$

Embedded Systems

DAP week 2 40