

# 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

jj\_01\_10\_001

Bemonsteren en kwantiseren.

## **Signaalbemonstering:**

Bemonstering van een analoge signaal op discrete tijdstippen.

In digitale signaalbemonstering is een sample de momentele waarde van het betrokken signaal = een signaalmonster genomen op een tijdstip.

Door bemonstering (sampling) van het signaal op opeenvolgende tijdstippen, ontstaat een digitaal signaal.

De bemonsteringsfrequentie geeft aan, hoeveel van deze samples per seconde worden genomen.

Bij de compact disk is dit 44,1 kHz, dat wil zeggen 44.100 monsters per seconde.

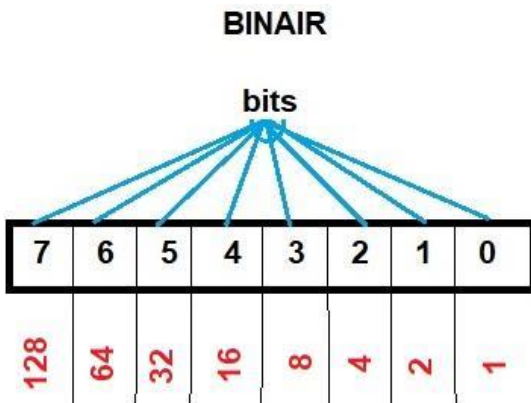
Hogere samplefrequenties zijn in professionele en hoogkwalitatieve toepassingen gebruikelijk, zoals 48 kHz, 96 kHz, 192 kHz en zelfs 2,8 MHz.

Een sample wordt gekwantiseerd en daarbij gecodeerd met een bepaald aantal bits.

Veelgebruikte aantallen bits per sample zijn 8 [PCM] 16, 24 of 32 bits.

## **Decimaal naar Binair:**

8-BITS



BIN	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DECIMAAL	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	1	1	0
7	0	0	0	0	0	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	1
10	0	0	0	0	1	0	1	0
11	0	0	0	0	1	0	1	1
12	0	0	0	0	1	1	0	0
13	0	0	0	0	1	1	0	1
14	0	0	0	0	1	1	1	0
15	0	0	0	0	1	1	1	1
16	0	0	0	1	0	0	0	0

## **Rekenen:**

DECIMAAL	deelbaar door 2	Binair

Voorbeeld getal 224

Getal	deelbaar door 2		Binair
	ja=binair 0	nee=binair 1	
224 j			0
112 j			0
56 j			0
28 j			0
14 j			0
7	n		1 $(7-1)/2$
3	n		1 $(3-1)/2$
1	n		1
224 Binair			11100000

## 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

### Optellen van binaire getallen:

Bij het optellen van binaire getallen gebruik je:

0+0=0  
1+0=1  
0+1=1  
1+1=10

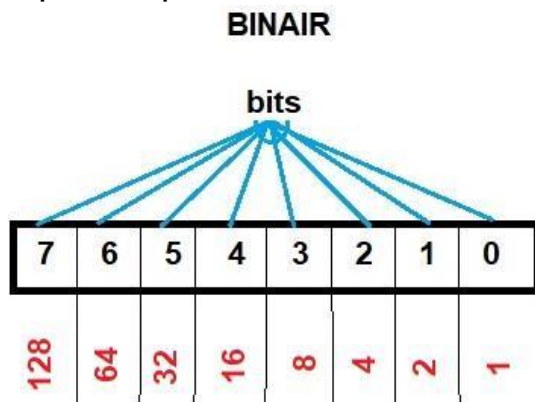
Voorbeeld:

```
1010011
 1001011
-----
10011110
```

### Binair naar decimaal:

11100000  
posities  
76543210

een binair getal heeft de 1 in een bepaalde positie staan.



### Binair naar decimaal:

Je hoeft alleen rekening te houden met de 1 die voorkomt in het binaire getal. Het meest rechtse getal in het binaire getal noemen we positie 0. Gebruik bovenstaande tabel en tel de overeenkomstige decimale getallen op.

Voorbeeld:

Stel je hebt het binaire getal 11100000. Hoe reken je dan het decimale getal uit?

Oplossing:

Rechts beginnen daar staat een 1 (positie 5) dus  $2^5 = 32$

Volgende 1 staat op positie 6 dus  $2^6 = 64$

Volgende 1 staat op positie 7 dus  $2^7 = 128$

Opgeteld:  $32 + 64 + 128 = 224$

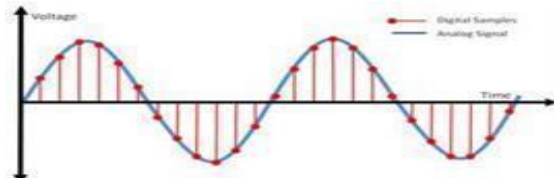
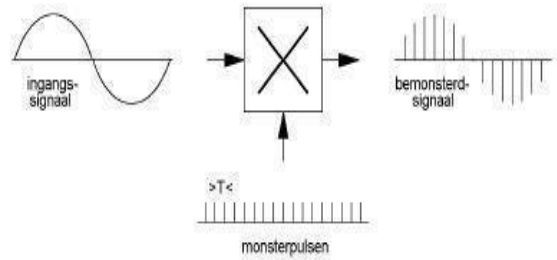
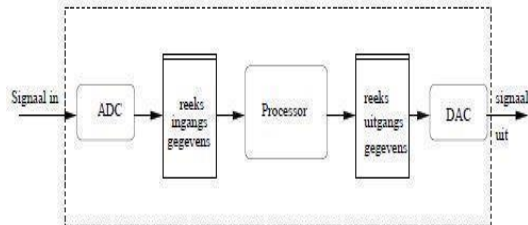
# 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

jj\_01\_10\_002

## Minimale bemonsteringsfrequentie.

### DSP:

Digitale Signaal Processing



### ADC :

deze meet spanning

Belangrijk:- nauwkeurigheid

- spanningsbereik
- conversietijd
- openingstijd

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Nyquist-frequentie>

### Nyquist-frequentie:

Dit is de minimale benodigde bemonsteringsfrequentie waarmee een gegeven signaal ,volledig kan worden gepresenteerd.

Zodat een weergave ervan betrouwbaar is.

Moet 2 maal zo hoog zijn als de hoogste frequentie die in het signaal voorkomt.

Spraak is 3000 Hz ,  
dus Nquist is 6000 Hz

### Verder...

Een analog signaal wordt gedigitaliseerd in vaste meet tijden.

De bemonsteringsfrequentie (ook bekend als sampling rate) is hoeveel monsters neemt u in een seconde.

# 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

jj\_01\_10\_003

Anti-aliasfilter, reconstructiefilter.

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Aliasing>

## Aliasing:

Een anti alias filter is een filter dan hogere frequenties in je geluidssignaal tegenhoud.

het verschijnsel dat verschillende signalen bij bemonstering tot hetzelfde resultaat kunnen leiden.

Het gevolg is dat uit het monster niet meer het oorspronkelijke signaal kan worden gereconstrueerd.

## Aliasing:

doet zich voor als de bemonsteringsfrequentie niet minstens tweemaal zo hoog is als de hoogste frequentiecomponent in het te bemonsteren signaal. Er kunnen "echo's" optreden.

## Anti aliasing filter:

moet dus voor de ADC geplaatst worden.

Om vervorming te voorkomen wordt alles boven 3000 Hz aan de ingang gewoon weg gefilterd.

jj\_01\_10\_004

Convolutie [grafische voorstelling]

## Wat is convolutie?

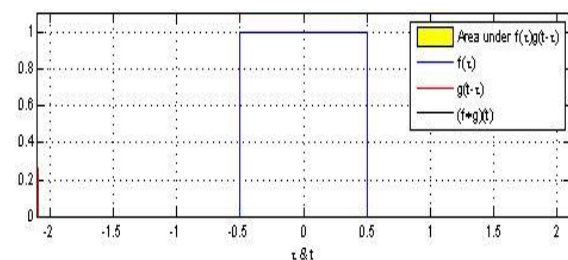
Verstrengeling van signalen.

Die verstrengeling vindt digitaal plaats door een processor (computer) die binaire signalen bewerkt.

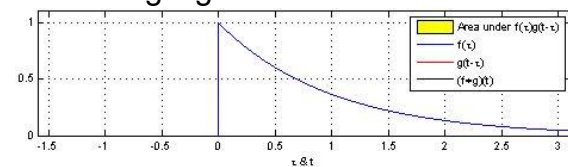
Er wordt een nieuw signaal gemaakt.

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Convolutie>

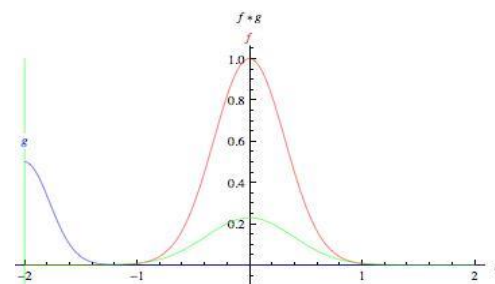
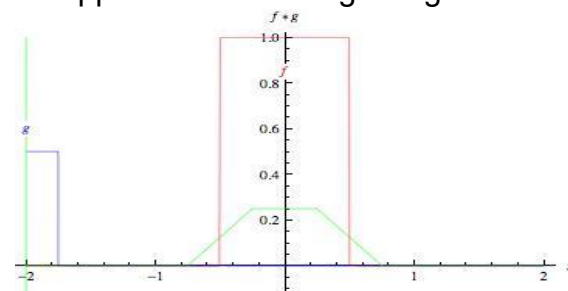
[https://www.iwab.nu/jj\\_01\\_10\\_004.html](https://www.iwab.nu/jj_01_10_004.html)



Convolutie van twee blokvormige signalen: het resultaat is een driehoekig signaal.



Convolutie van een blokvormig signaal (het input signaal) met een impulsvormig signaal. De convolutie is de oppervlakte van de gele figuur.



## 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

De bovenstaande animaties illustreren grafisch de convolutie van twee boxcar functies (links) en twee Gaussians (rechts).

In de percelen toont de groene curve de convolutie van de blauwe en rode bochten als een functie van  $t$ , de positie die is aangegeven door de groene verticale lijn.

Het grijze gebied geeft het product  $g(\tau)f(t-\tau)$  als een functie van  $t$ , dus zijn gebied als een functie van  $t$  juist de convolutie is.

Op deze wijze voorkomt het filter dat het convolutieprogramma maar blijft doorgaan ver voorbij de lengte van het oorspronkelijke signaal.

### **DAC:**

Digitaal naar analoog  
Zet signaal om naar spanning  
belangrijk -spanningsbereik  
- nauwkeurigheid  
- insteltijd

### **FIR-filter:**

Finite Impulse Response

Van belang is te weten dat deze filters onvoorwaardelijk stabiel zijn, d.w.z. het resultaat is bruikbaar ongeacht de aard van het aangeboden signaal.

### **IFR-FILTER:**

Kent terugkoppeling.  
Schijnt beter te werken dan het FIR-filter.  
Het signaal is alleen netjes aan de uitgang als de ingang ook netjes is.

Wat doet FIR filtering nu in dit proces?

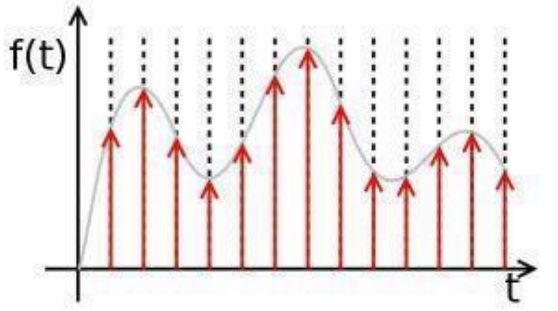
Een FIR filter is een software routine. Wat het doet is op basis van de binnenkomende signalen berekenen wat de meest waarschijnlijke vorm van het signaal zal zijn.

## 1\_10 Digitalisering van analoge signalen

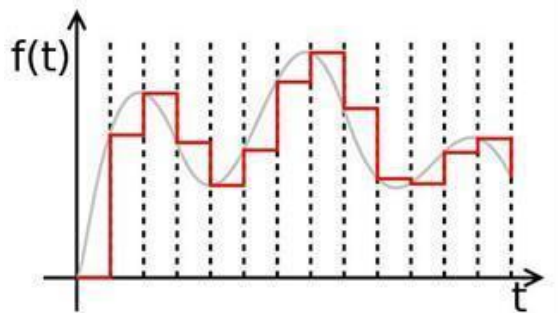
jj\_01\_10\_005  
ADC en DAC.

### ADC:

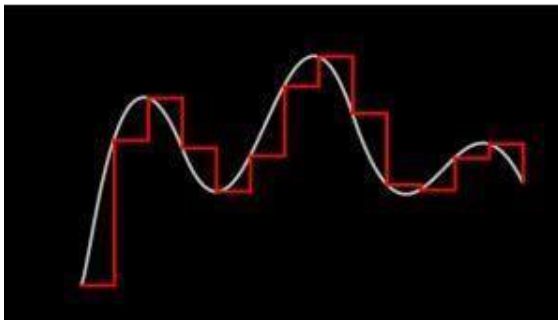
Analoog Digitaal Omzetter.



Analoog



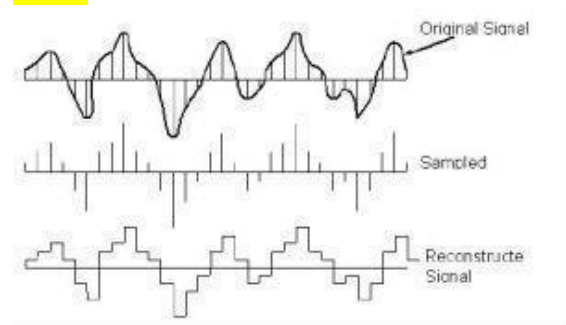
Digitaal



Analoog en Digitaal signaal

Een analoog signaal gedigitaliseerd in vaste meet tijden.

### ADC:



### DAC:

Digitaal Analoog Converter.

Een Digitaal-Analoog omzetter of DA-converter (DAC) zet een digitaal signaal om in een analoog signaal.

Steeds meer en meer digitaliseert men de verwerking van elektronische signalen zoals meetsignalen, audio- of videosignalen.

Digitale signalen kunnen eenvoudig opgenomen en bewerkt worden.

Meestal wordt de data analoog ingelezen, waarna zij wordt gedigitaliseerd in een Analoog-Digitaal omzetter om verwerkt of bewaard te worden.

Na verwerking wordt de digitale data terug omgezet in de DA-converter naar analoge waardes die dan uitgestuurd worden.