

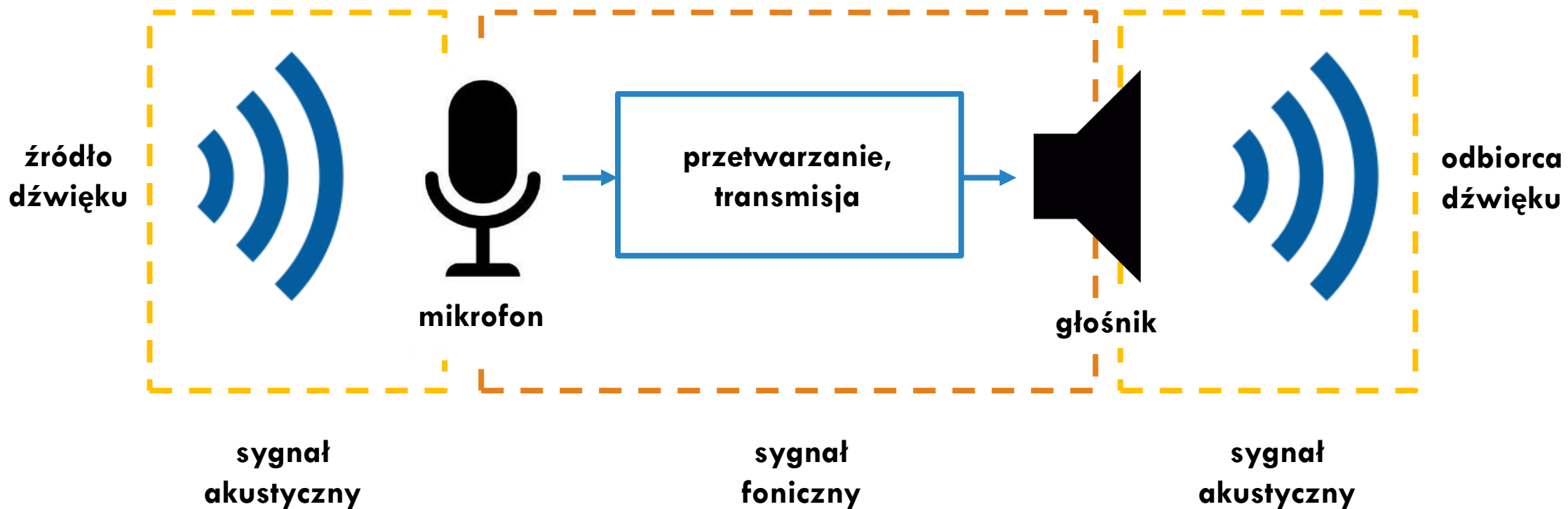


WSTĘP DO MULTIMEDIÓW

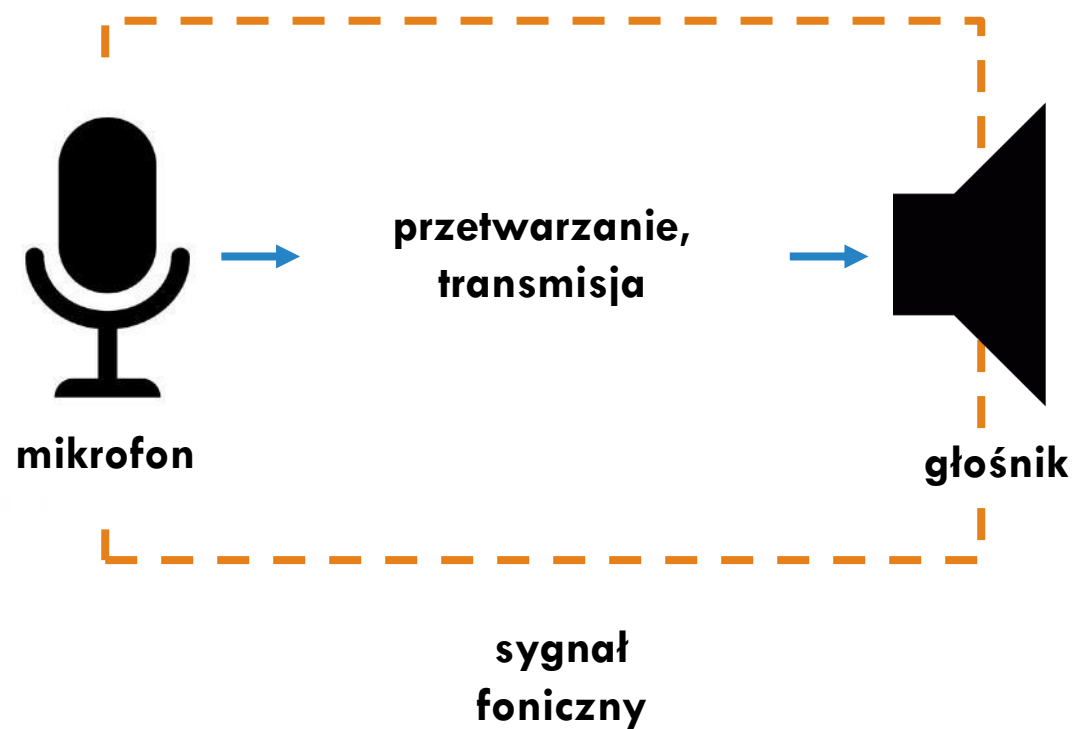
WYKŁAD 3 – CYFROWE SYGNAŁY FONICZNE

A. Paula Pietrzak

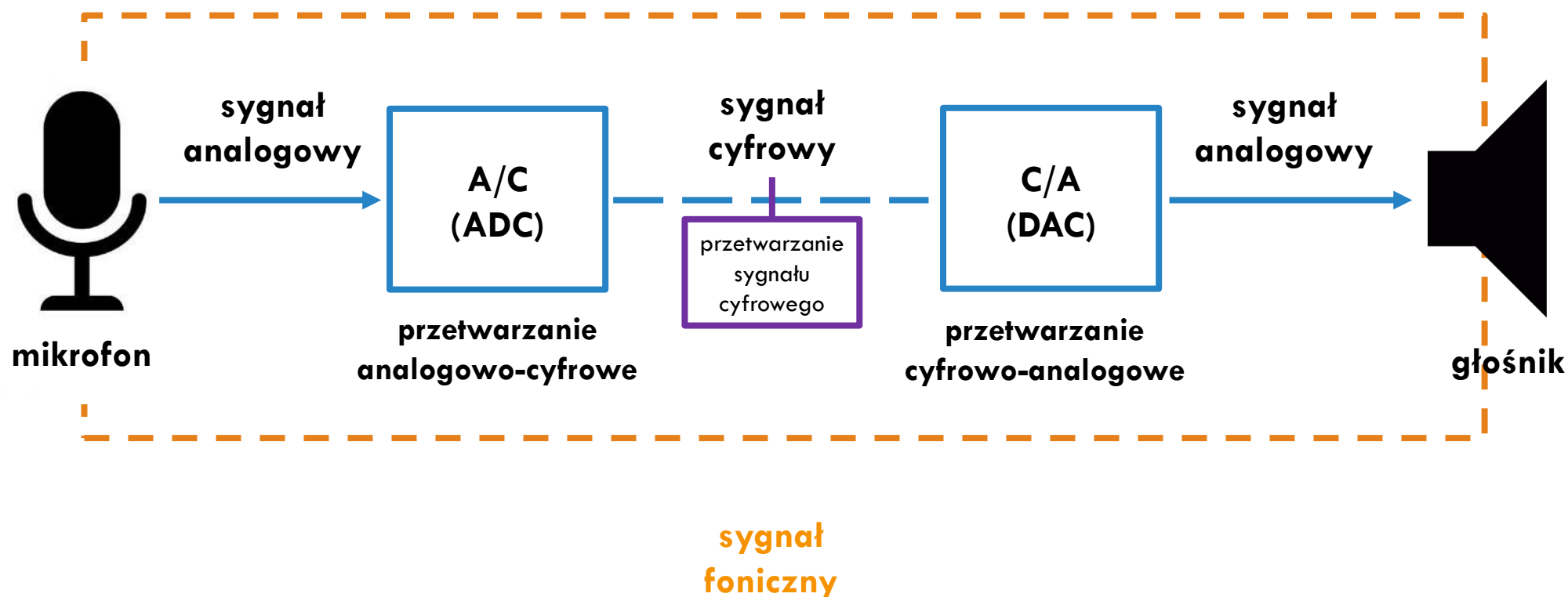
SYGNAŁ AKUSTYCZNY / SYGNAŁ FONICZNY



SYGNAŁ AKUSTYCZNY / SYGNAŁ FONICZNY



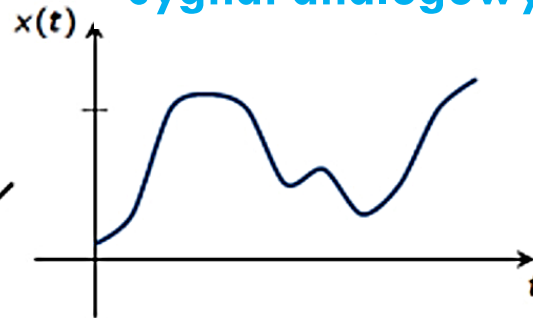
CYFROWY SYGNAŁ FONICZNY



PRZETWARZANIE ANALOGOWO-CYFROWE



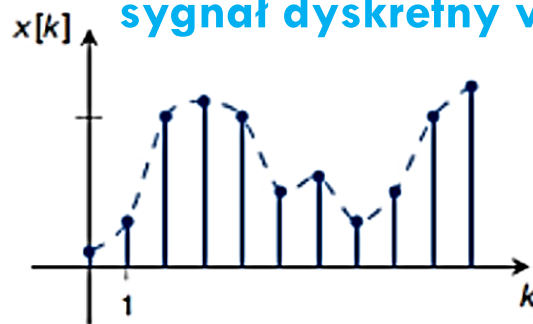
sygnał analogowy



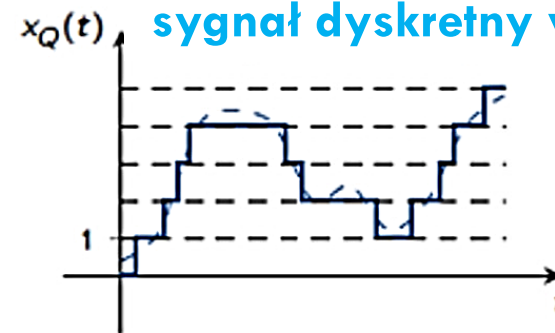
próbkowanie

kwantyzacja

sygnał dyskretny w czasie



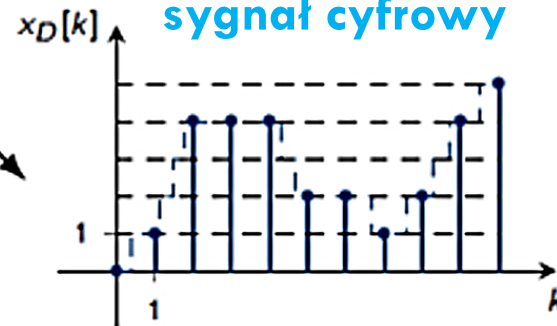
sygnał dyskretny w amplitudzie



kwantyzacja

próbkowanie

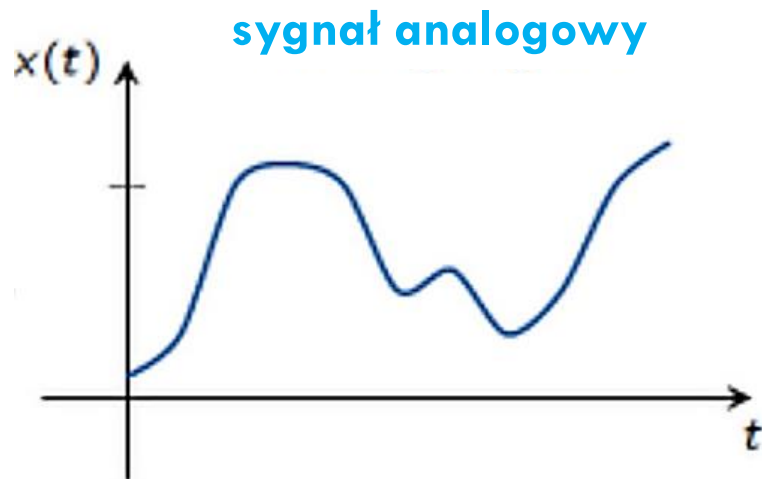
sygnał cyfrowy



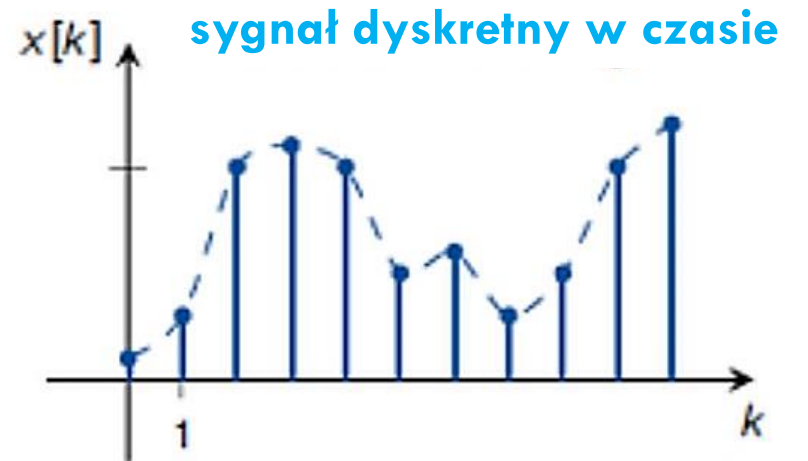
1. FILTRACJA

... najpierw omówmy próbkowanie ;)

2. PRÓBKOWANIE



próbkowanie



częstotliwość próbkowania
 f_s

określa, jak często
pobierane są próbki sygnału
wejściowego

TWIERDZENIE O PRÓBKOWANIU (SHANNONA)

„Aby możliwe było jednoznaczne odtworzenie sygnału na podstawie próbek,
próbki te muszą być pobierane z częstotliwością f_s
co najmniej dwa razy większą
od maksymalnej częstotliwości widma sygnału.”

ZJAWISKO ALIASINGU

sampling illustrated



TWIERDZENIE O PRÓBKOWANIU (SHANNONA)

„Aby możliwe było jednoznaczne odtworzenie sygnału na podstawie próbek,
próbki te muszą być pobierane z częstotliwością f_s
co najmniej dwa razy większą
od maksymalnej częstotliwości widma sygnału.”

1. FILTRACJA

Powinniśmy zadbać o to, żeby w sygnale wejściowym nie było częstotliwości wyższych niż połowa częstotliwości próbkowania.

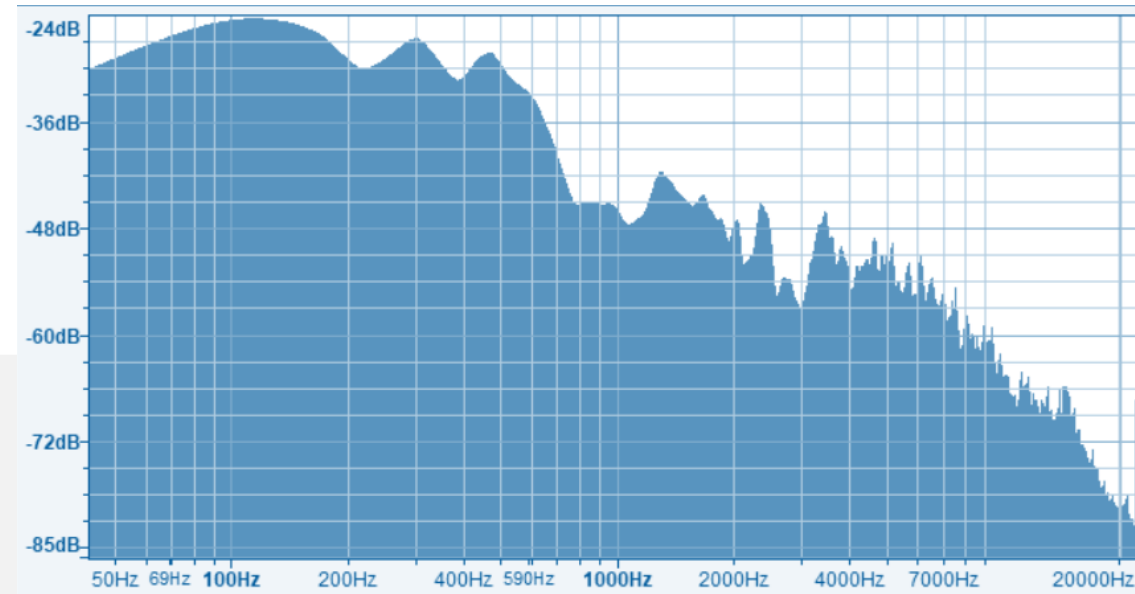
PASMO SYGNAŁÓW FONICZNYCH



AUDIO

20 Hz – 20 000 Hz

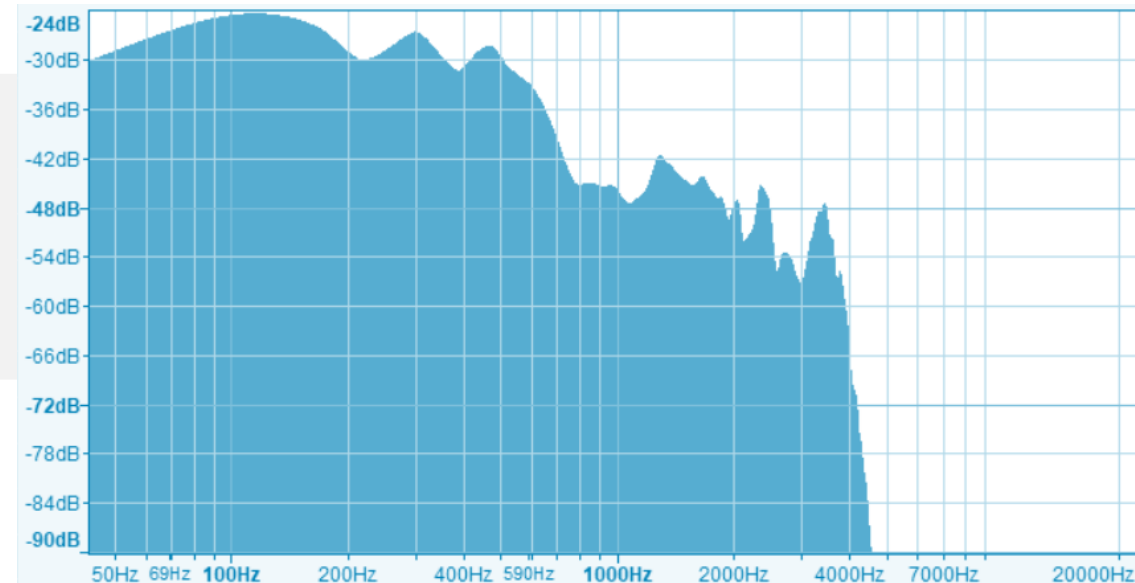
Fs co najmniej 40 000 Hz



VoIP

20 Hz – 4 000 Hz

Fs 8 kHz



TYPOWE CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA DŹWIĘKU

Częstotliwość próbkowania

Zastosowanie

8-22 kHz

VoIP, transmisja internetowa

44,1 kHz

Audio CD

48 kHz

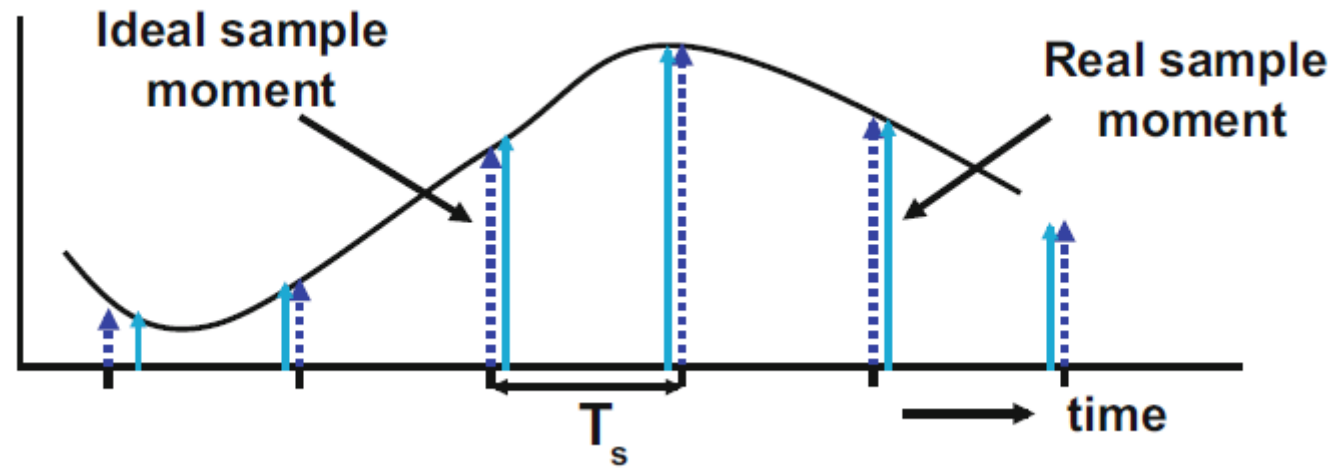
Dźwięk w filmie i audio wysokiej jakości

do 192 kHz

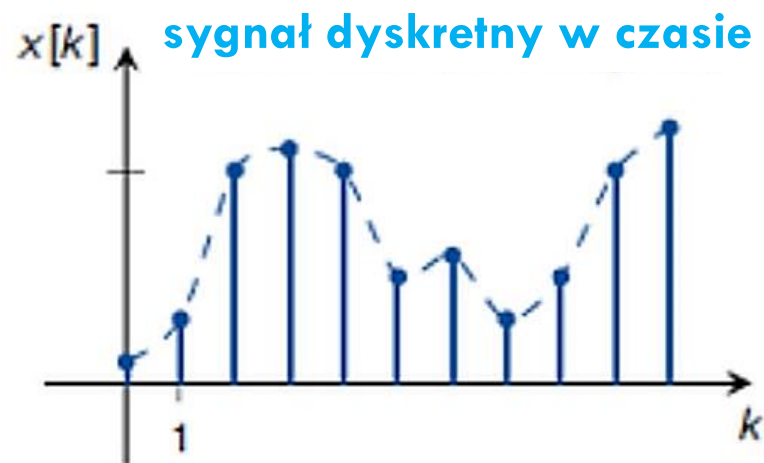
Profesjonalna, studyjna rejestracja dźwięku

BŁĘDY PRÓBKOWANIA

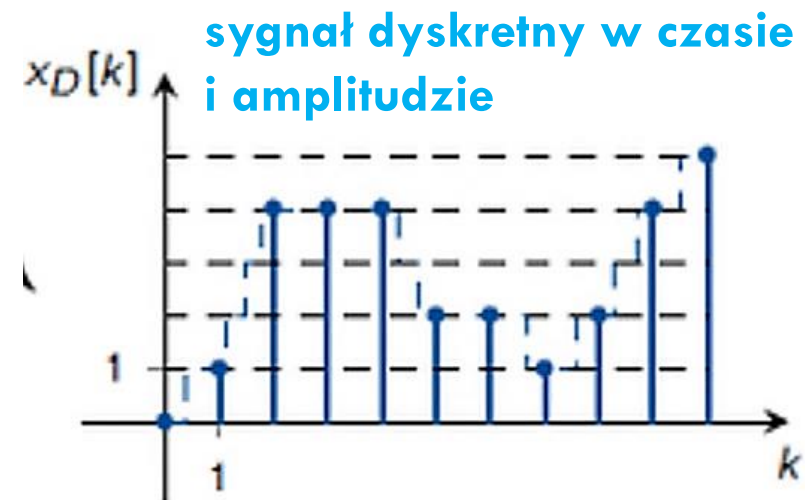
JITTER – błąd wynikający z niedokładności czasu zbierania próbek



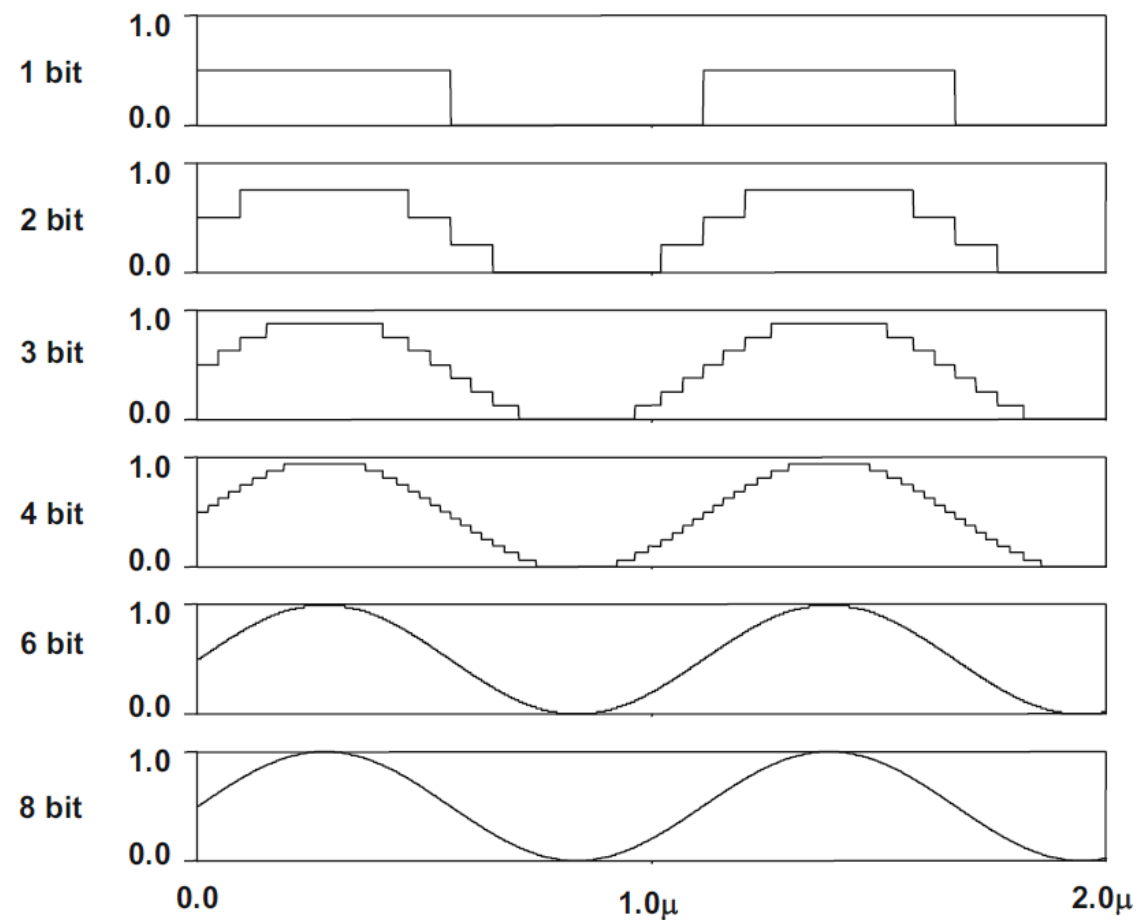
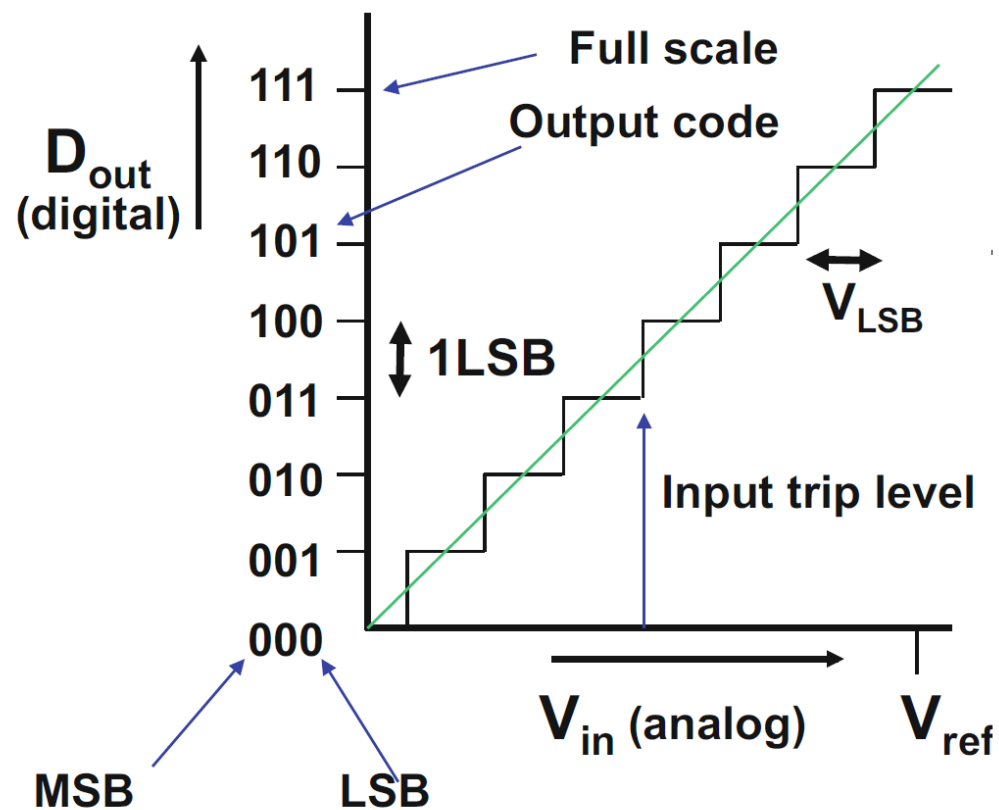
3. KWANTYZACJA



kwantyzacja



ROZDZIELCZOŚĆ BITOWA PRZETWORNIKA



DYNAMIKA

Dynamika przetwornika:

$6 \text{ dB} \times N$ (liczba bitów)

Przetwornik 16-bitowy: 96 dB

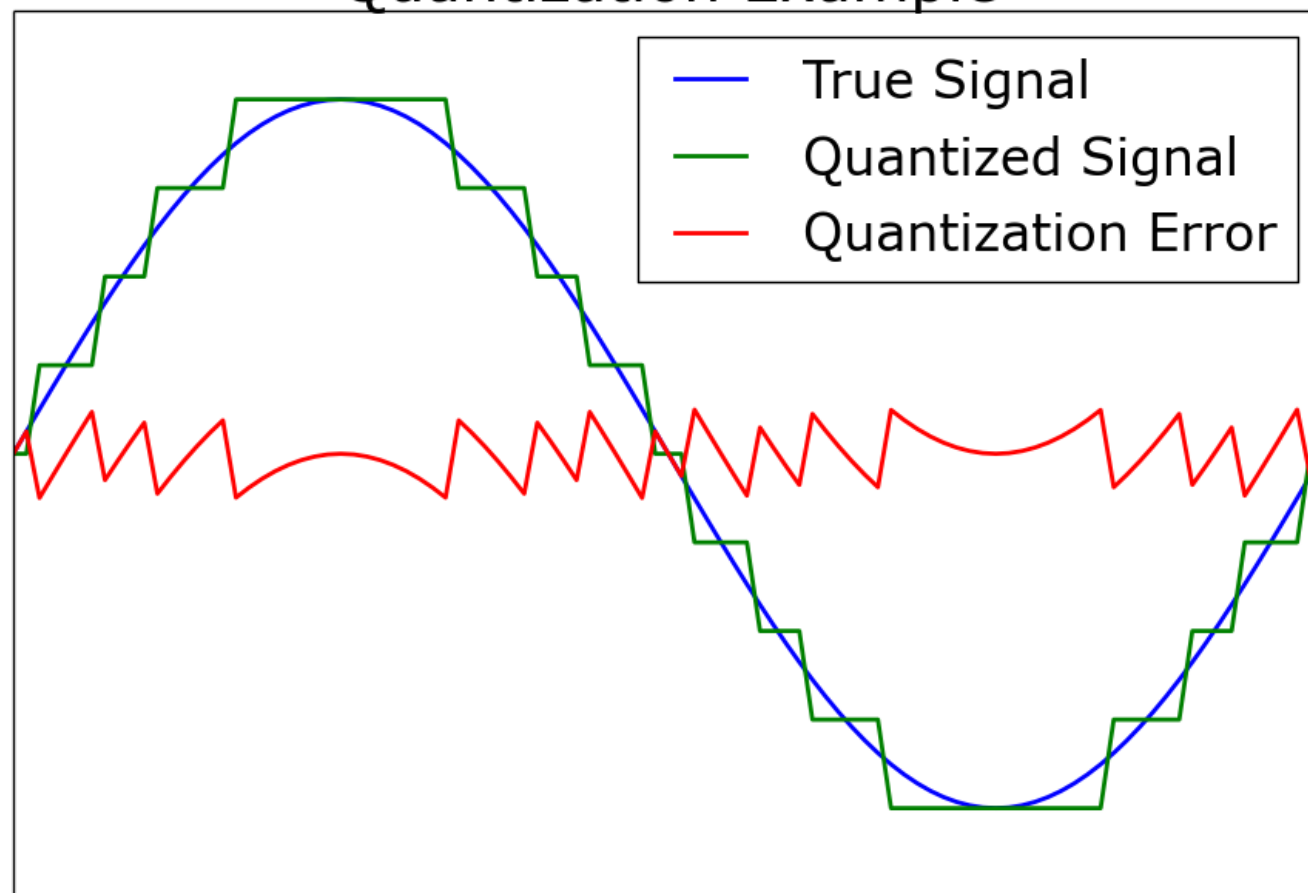
18-bitowy: 108 dB

24-bitowy: 144 dB

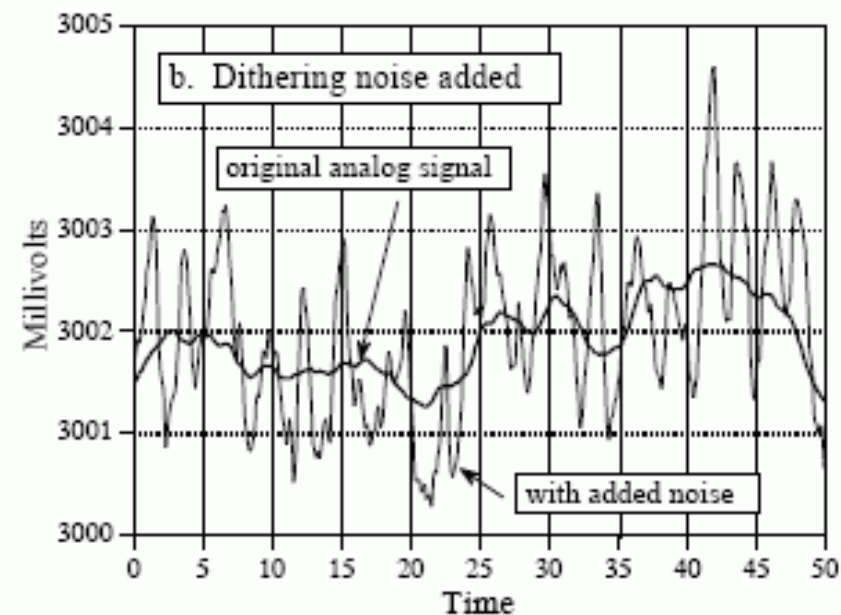
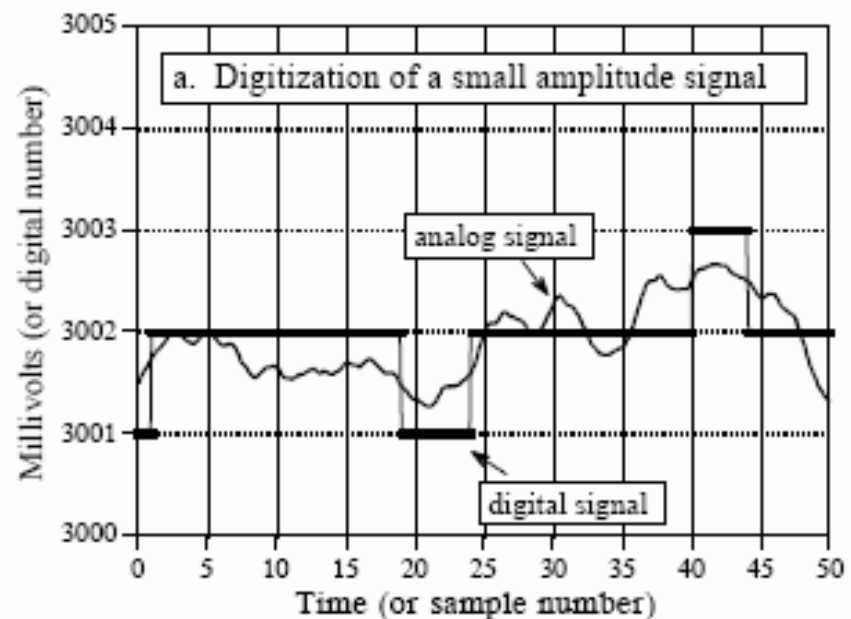
Dynamika ludzkiego słuchu wynosi około 120 dB.

BŁĄD (SZUM) KWANTYZACJI

Quantization Example

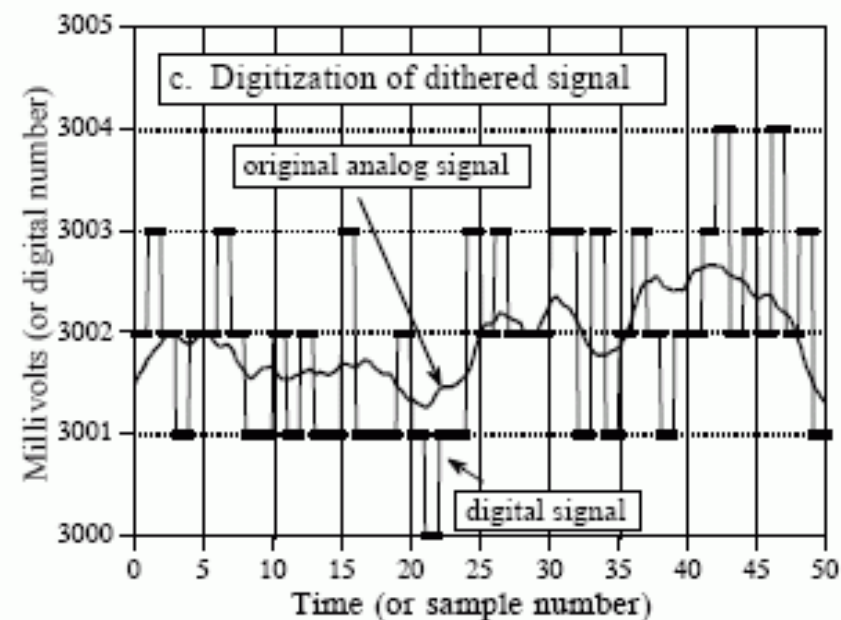


DITHER

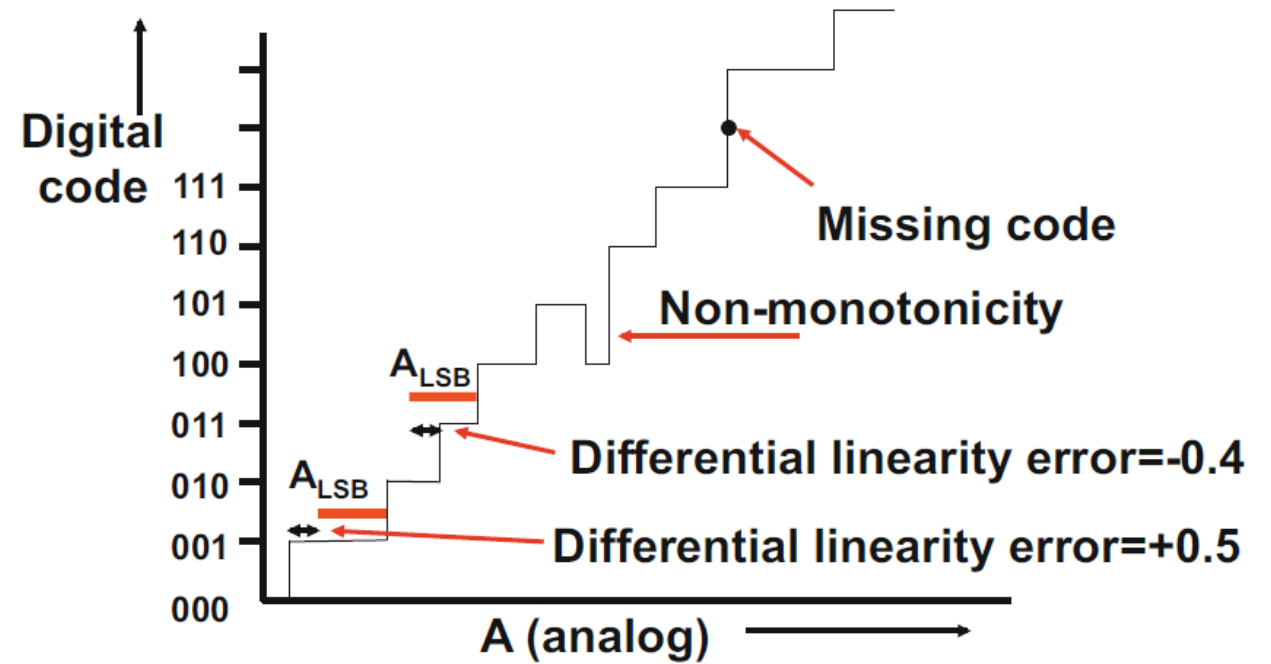
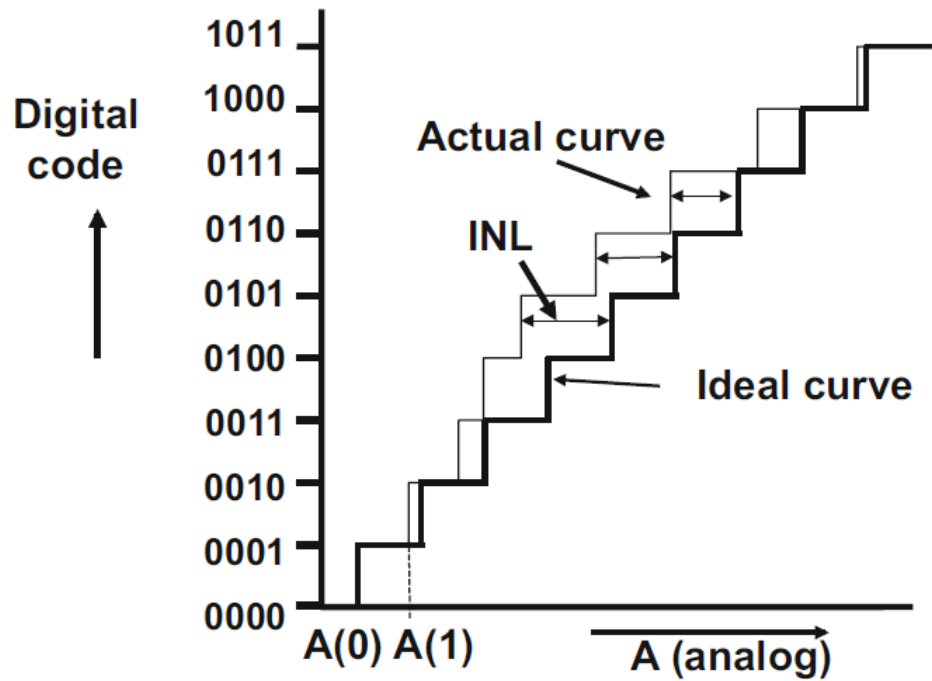


W sytuacji, w której sygnał wejściowy nie zmienia się o więcej niż $\frac{1}{2}$ LSB, wartość wyjściowego sygnału cyfrowego „zaczyna się” na jednej wartości.

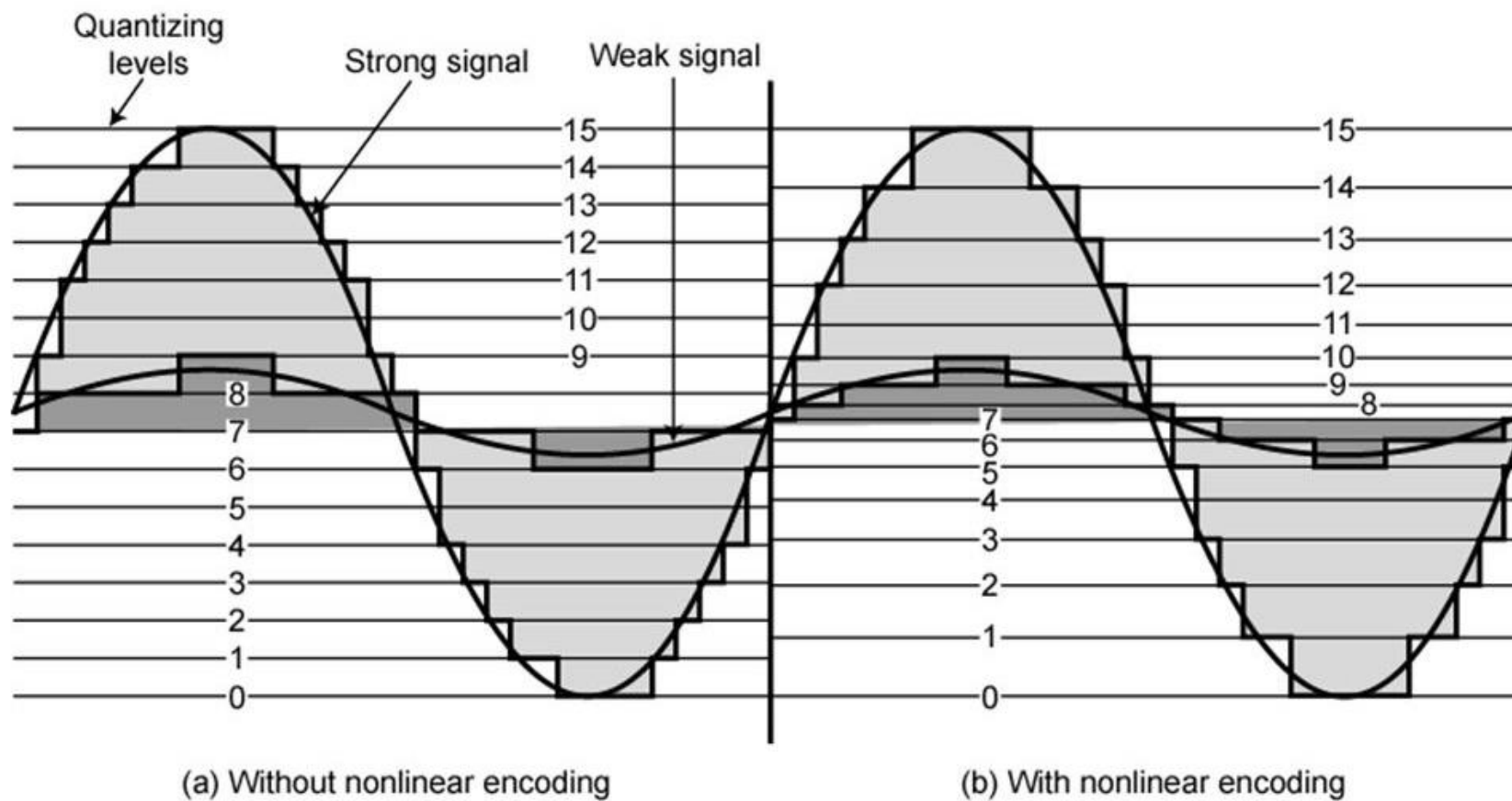
Dodanie losowego szumu o niewielkiej amplitudzie do sygnału wejściowego powoduje, że wyjściowy sygnał cyfrowy niesie więcej informacji o sygnale wejściowym.



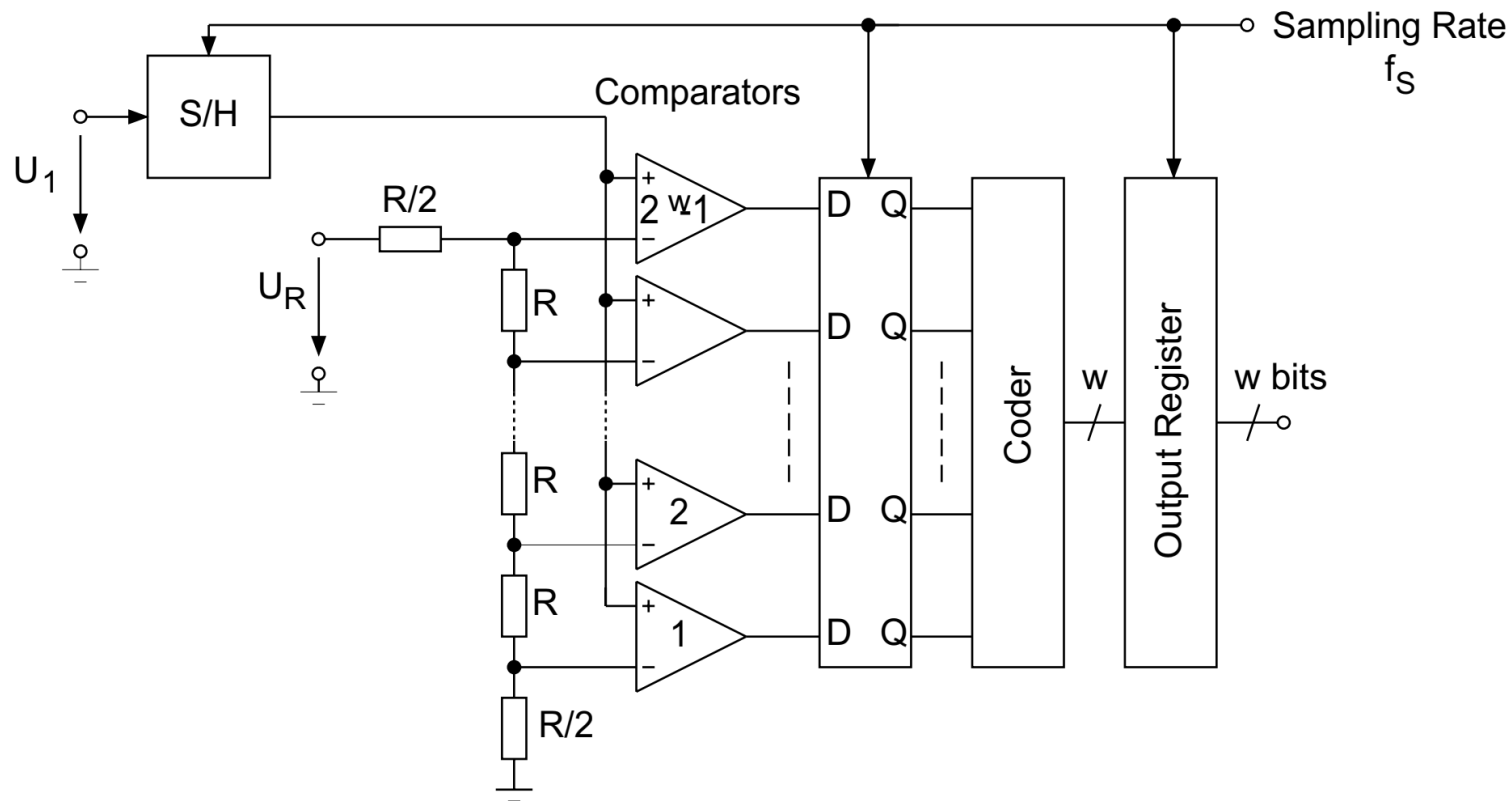
BŁĘDY PRZETWARZANIA



4. KODOWANIE

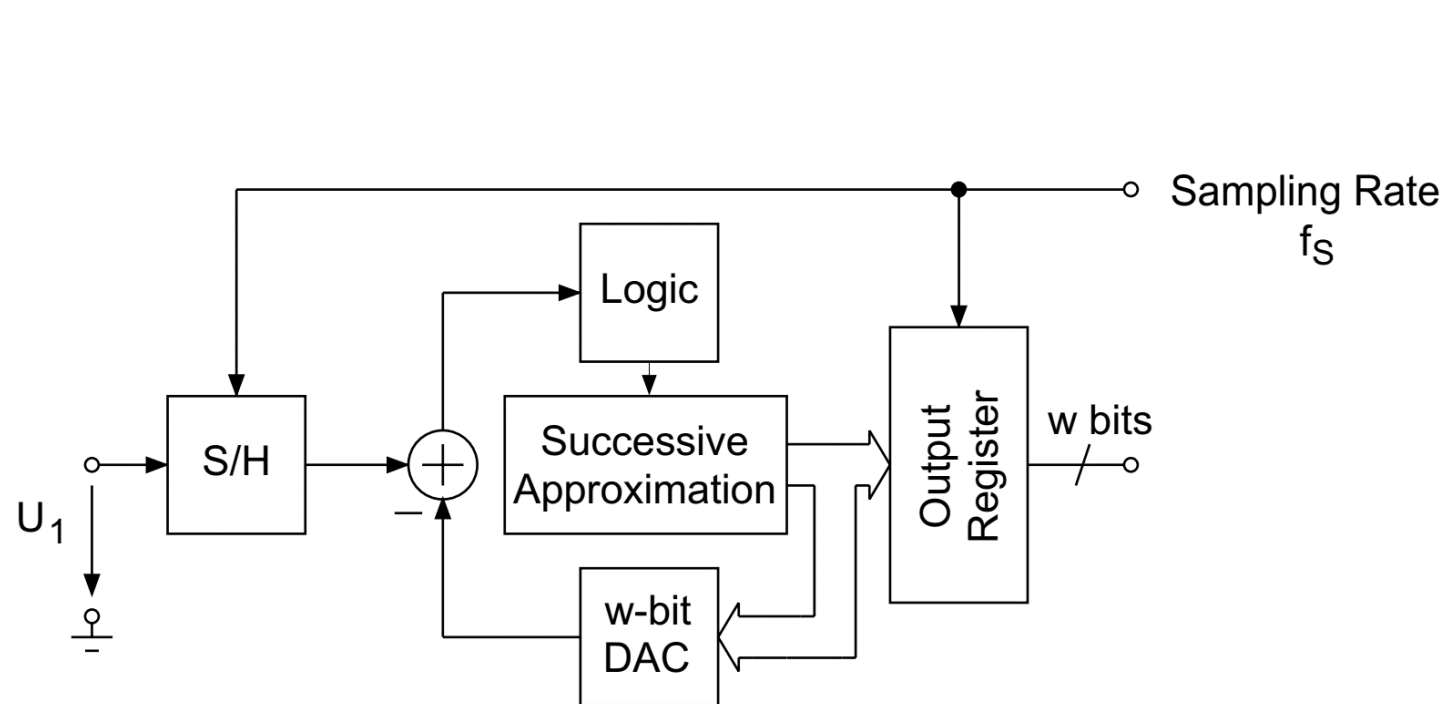


A/C Z RÓWNOLEGLYM PORÓWNANIEM BEZPOŚREDNIM (FLASH)

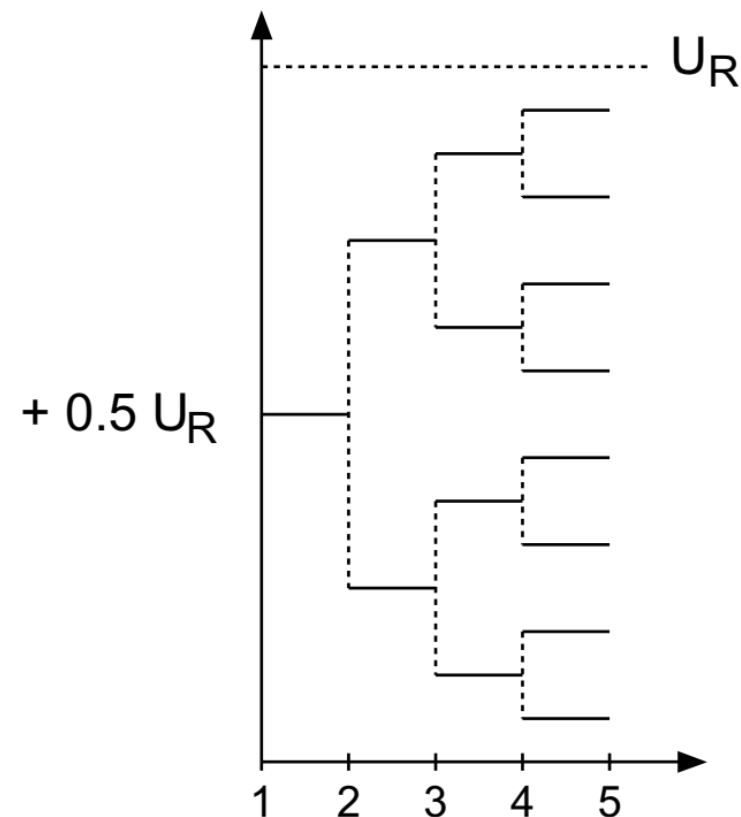


Mała precyzja
Szybkie (1-500MHz)
~10bit

A/C Z KOMPENSACJĄ WAGOWĄ (SAR)

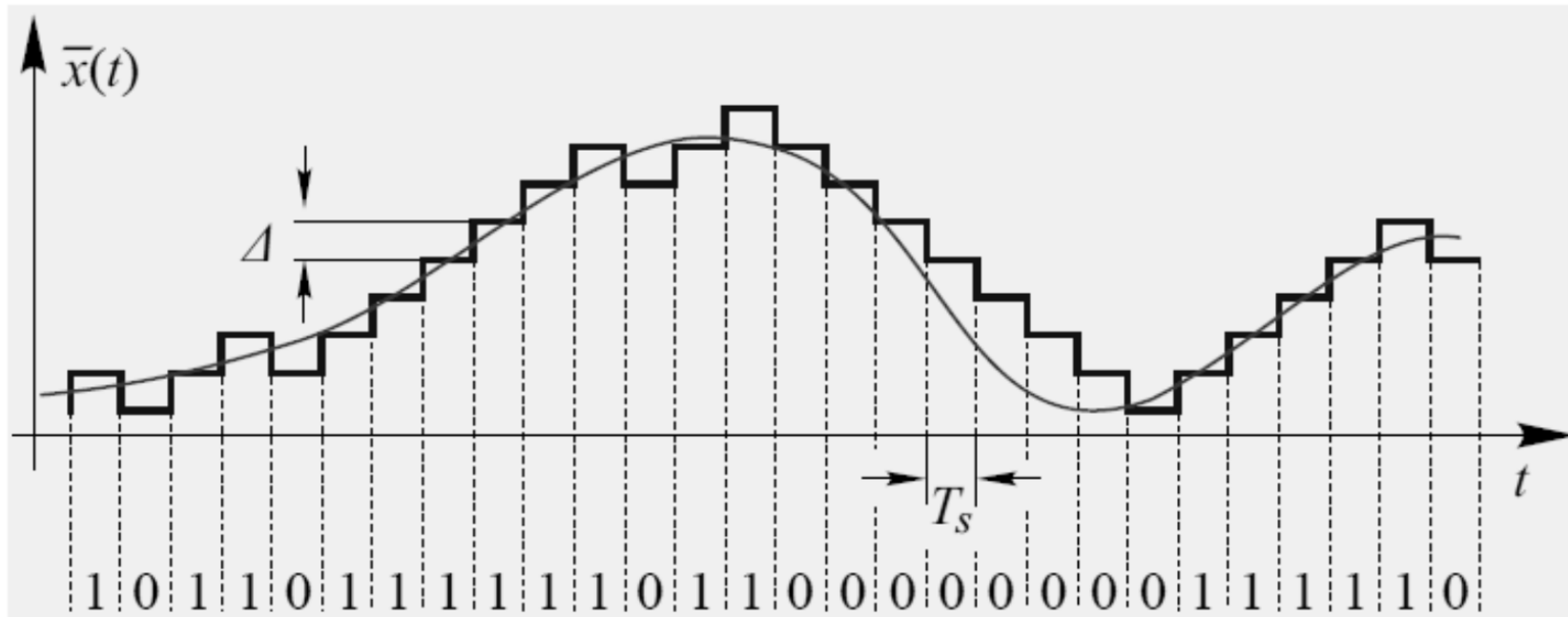


~12bit@1MHz



Δ (DELTA) CONVERSION

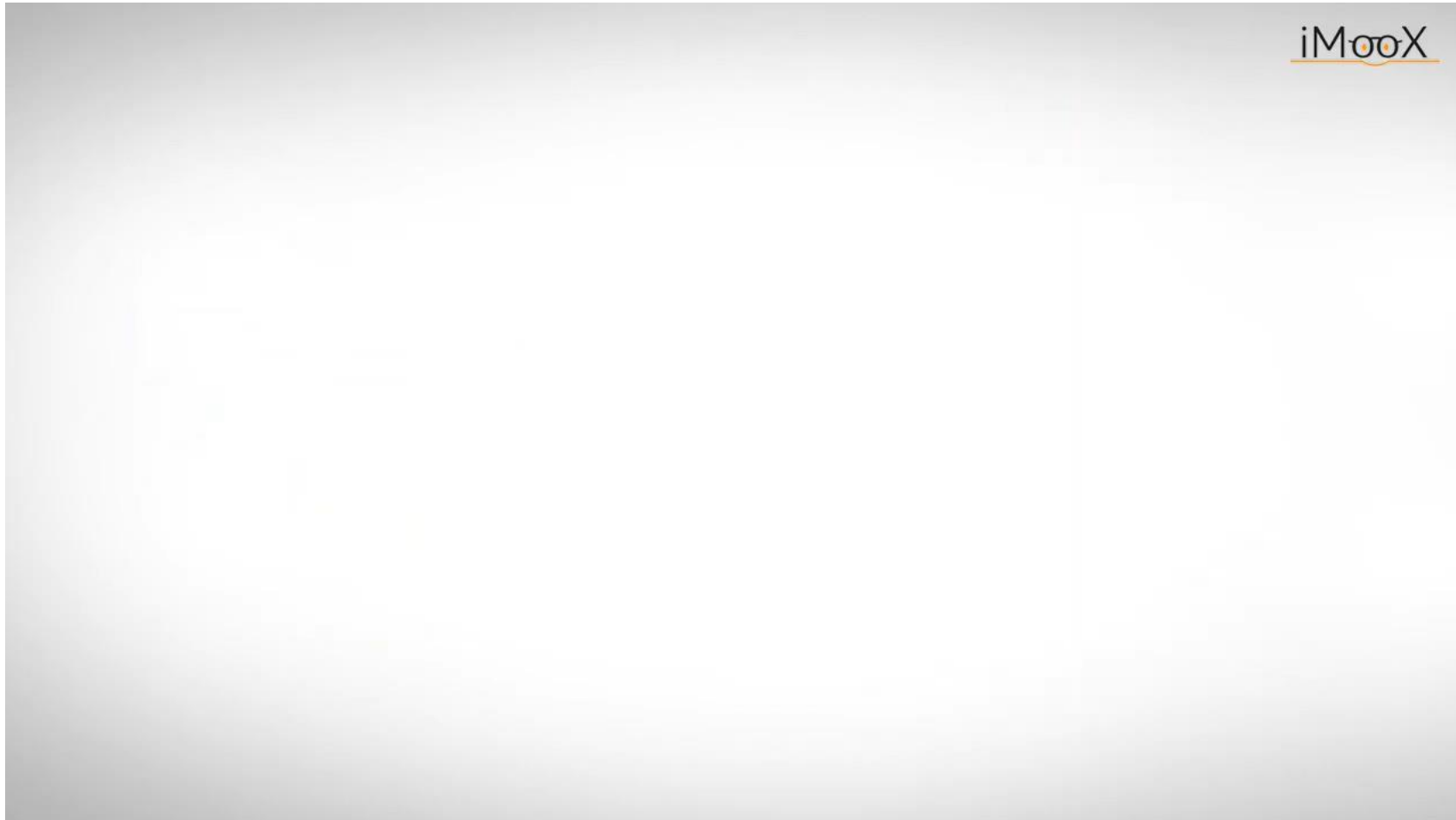
Coding only the information about the difference between next and previous sample.

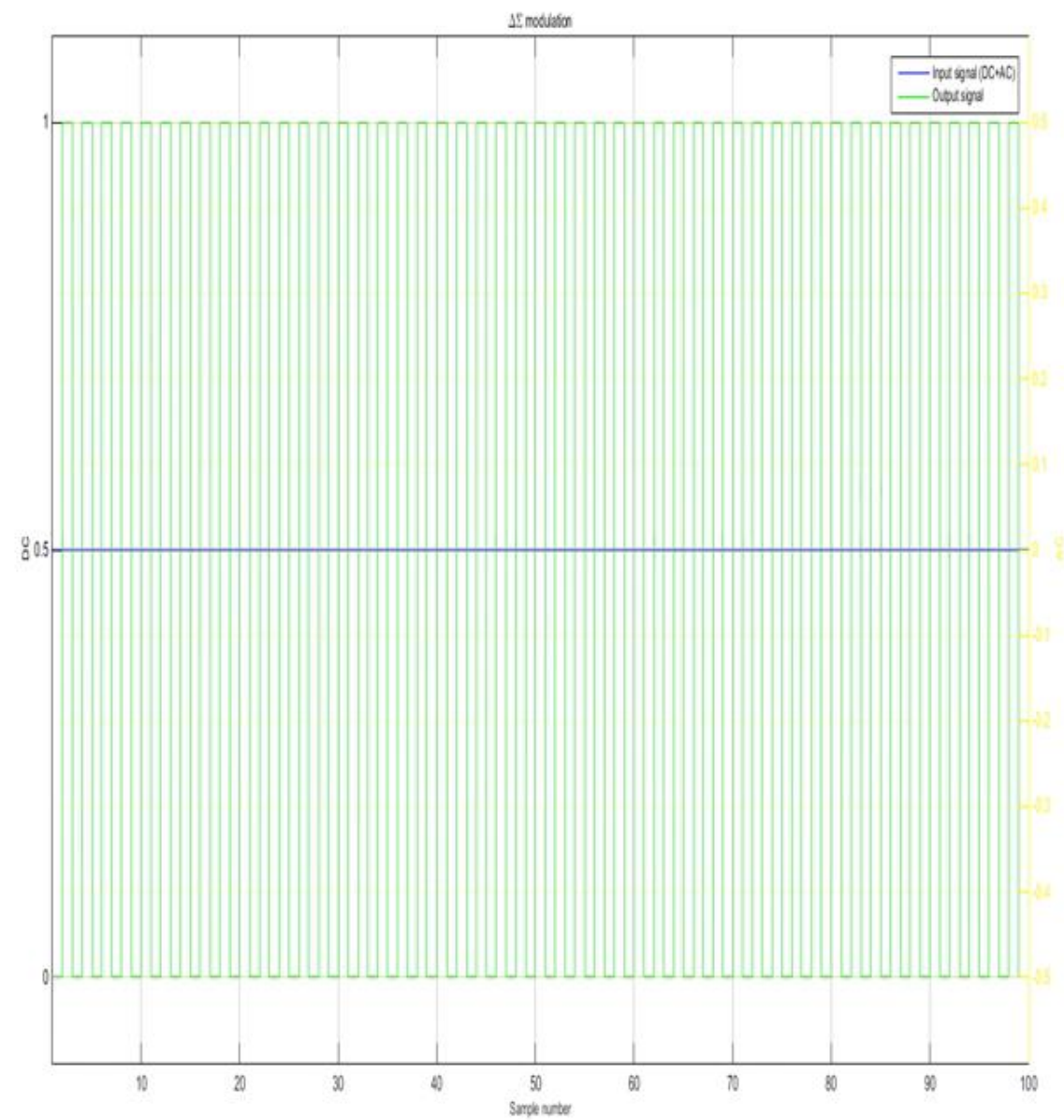


PRZETWARZANIE $\Sigma\Delta$ (SIGMA-DELTA)

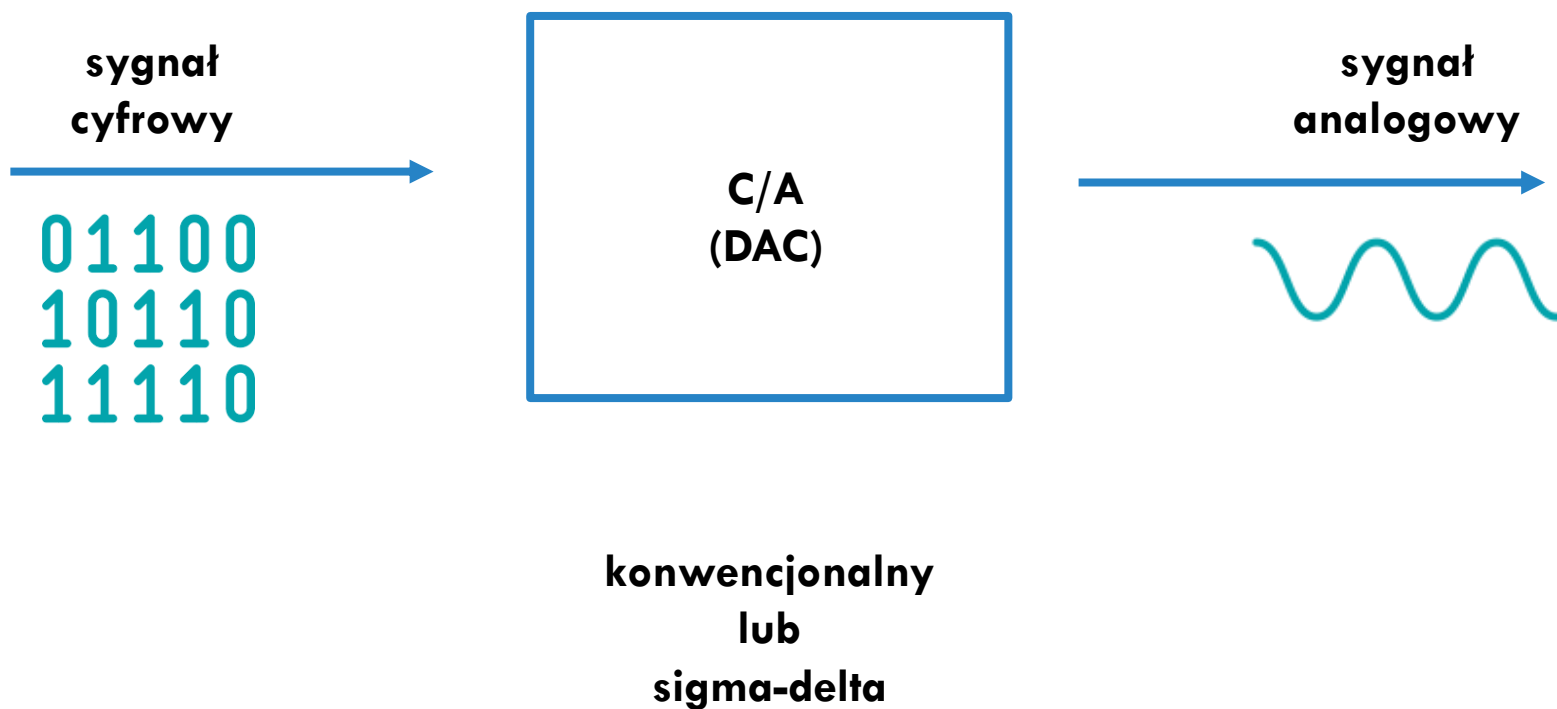


ZASADA DZIAŁANIA ΣΔ

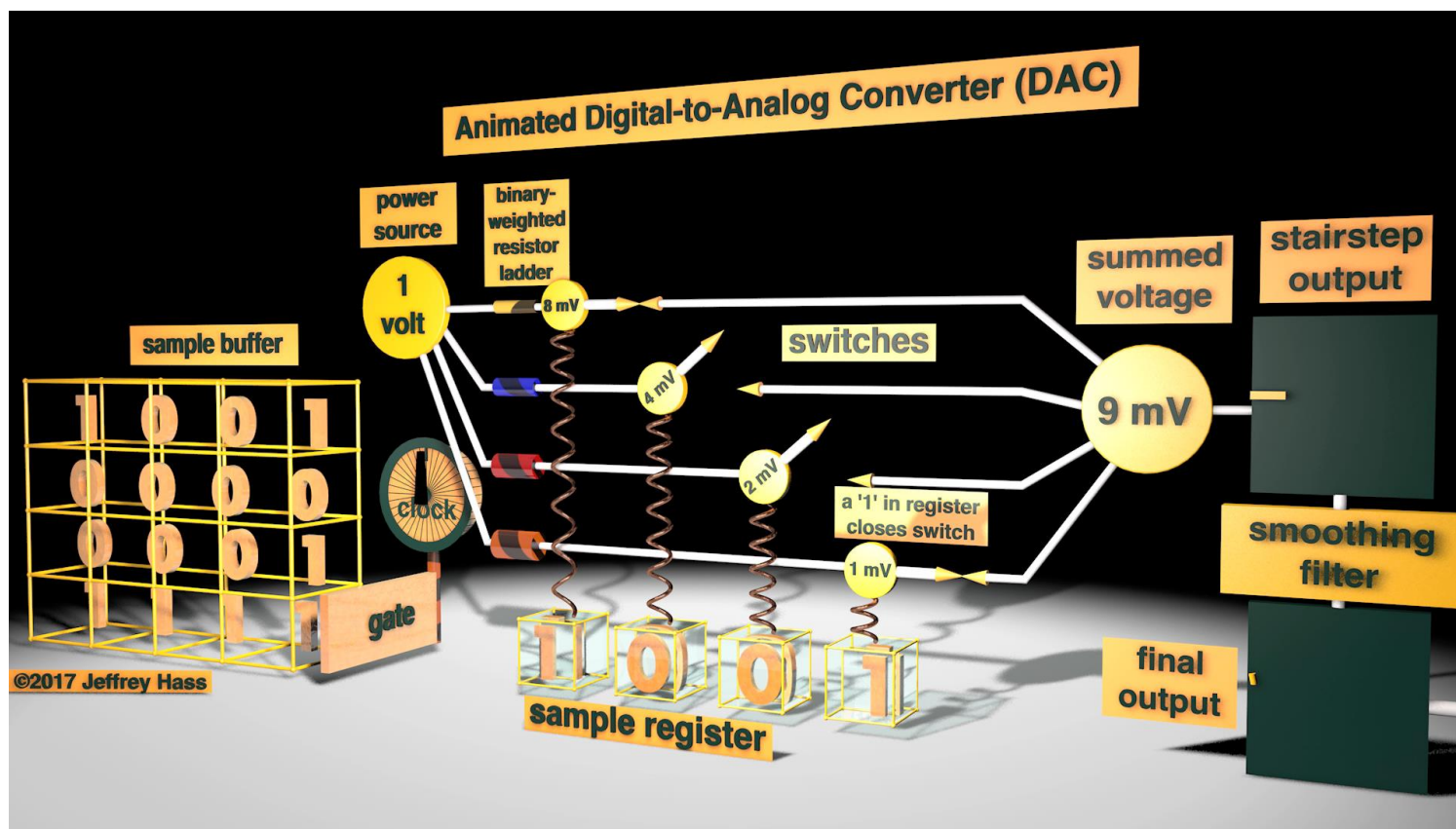




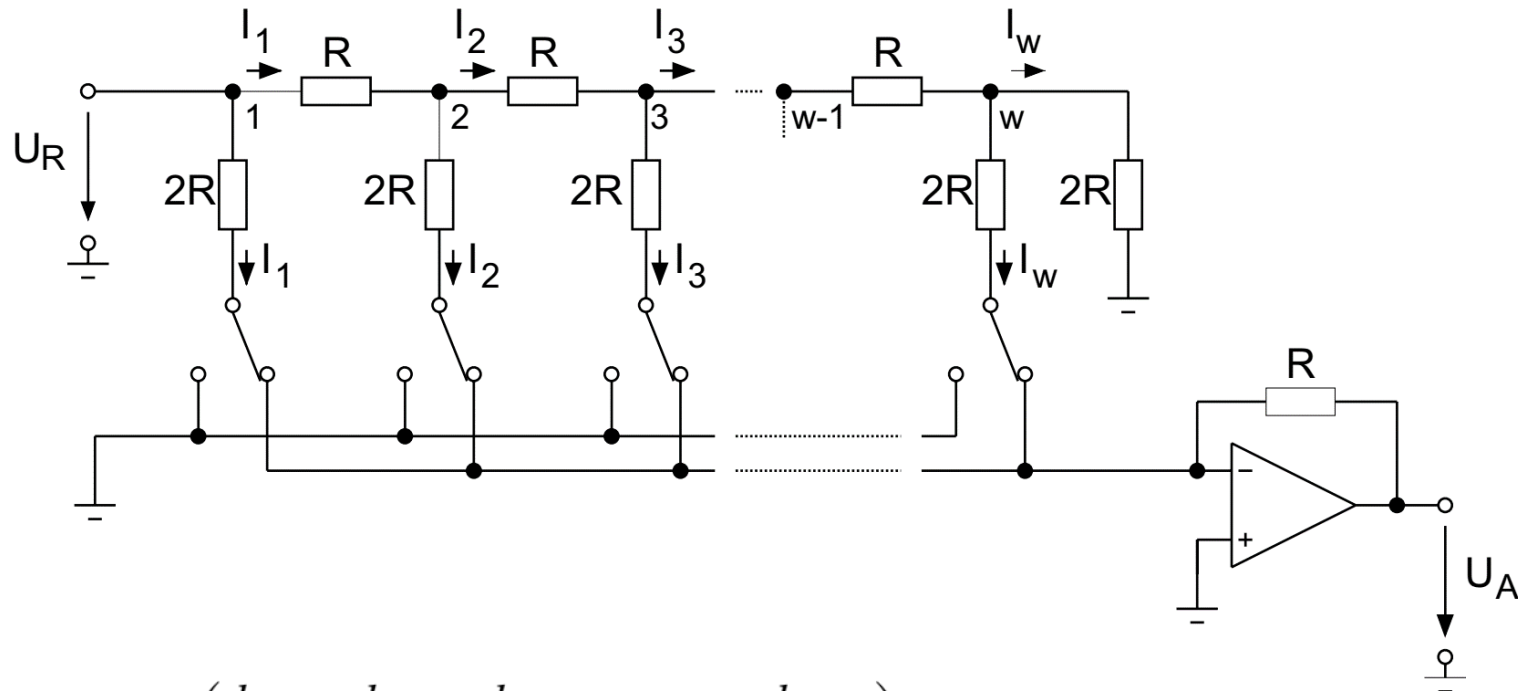
PRZETWARZANIE CYFROWO-ANALOGOWE



KONWENCJONALNY PRZETWORNIK C/A



C/A DRABINKA REZYSTOROWA R-2R



$$U_2 = -RI = -R \left(\frac{b_1}{2R} + \frac{b_2}{4R} + \frac{b_3}{8R} + \dots + \frac{b_w}{2^{w-1}R} \right) U_R$$

$$= -U_R (b_1 2^{-1} + b_2 2^{-2} + b_3 2^{-3} + \dots + b_w 2^{-w}).$$

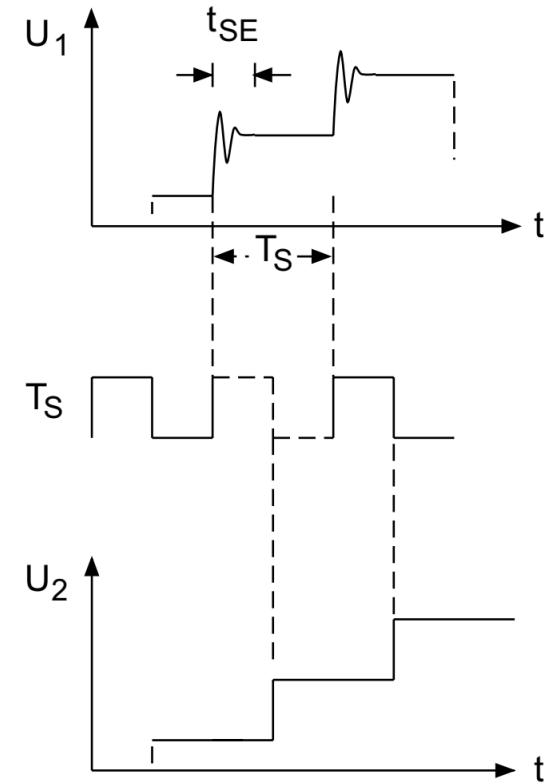
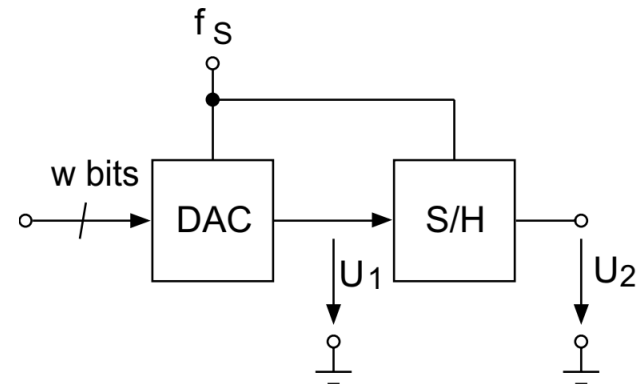
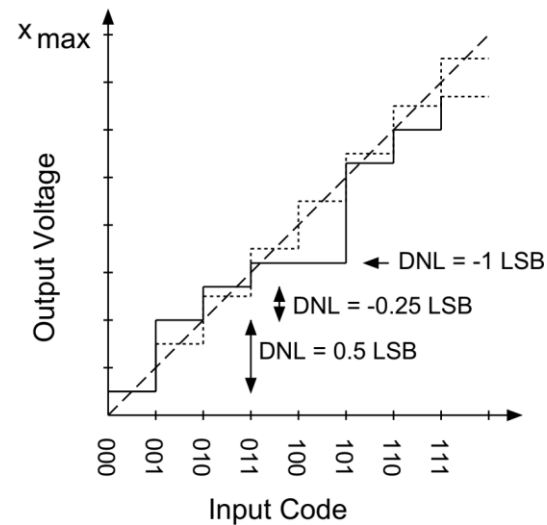
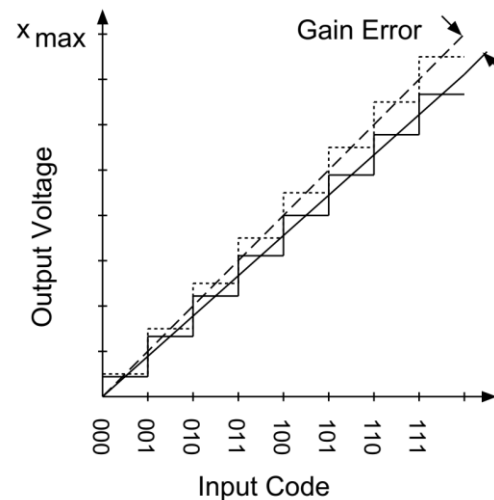
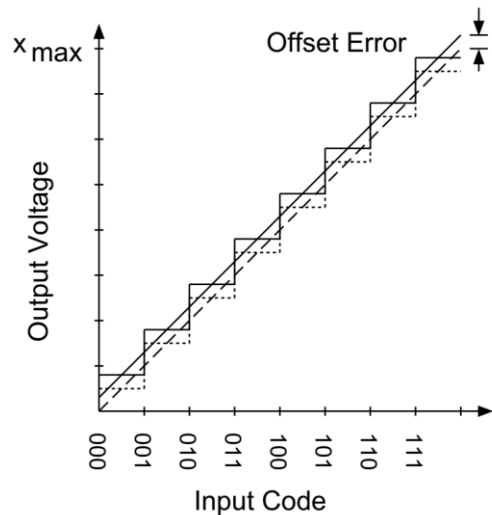
BŁĘDY PRZETWARZANIA C/A

Czas ustawiania t_{SE}

Błąd niezrównoważenia i wzmocnienia

Błąd nieliniowości różniczkowej i całkowej

Błąd niemonotoniczności



ZALETY I WADY PRZETWORNIKÓW $\Sigma\Delta$ (A/C I C/A)

- + dostępność / niski koszt
- + nie wymagają precyzyjnego dobierania elementów układu
- + liniowość
- + monotoniczność
- konieczność wysokiego nadpróbkowania dla uzyskania rozdzielczości
- niewielka liczba bitów, utrata rozdzielczości, a następnie kształtowanie szumu
- „wypychanie” szumu poza słyszalne pasmo

SPECYFIKA PRZETWORNIKÓW FONICZNYCH

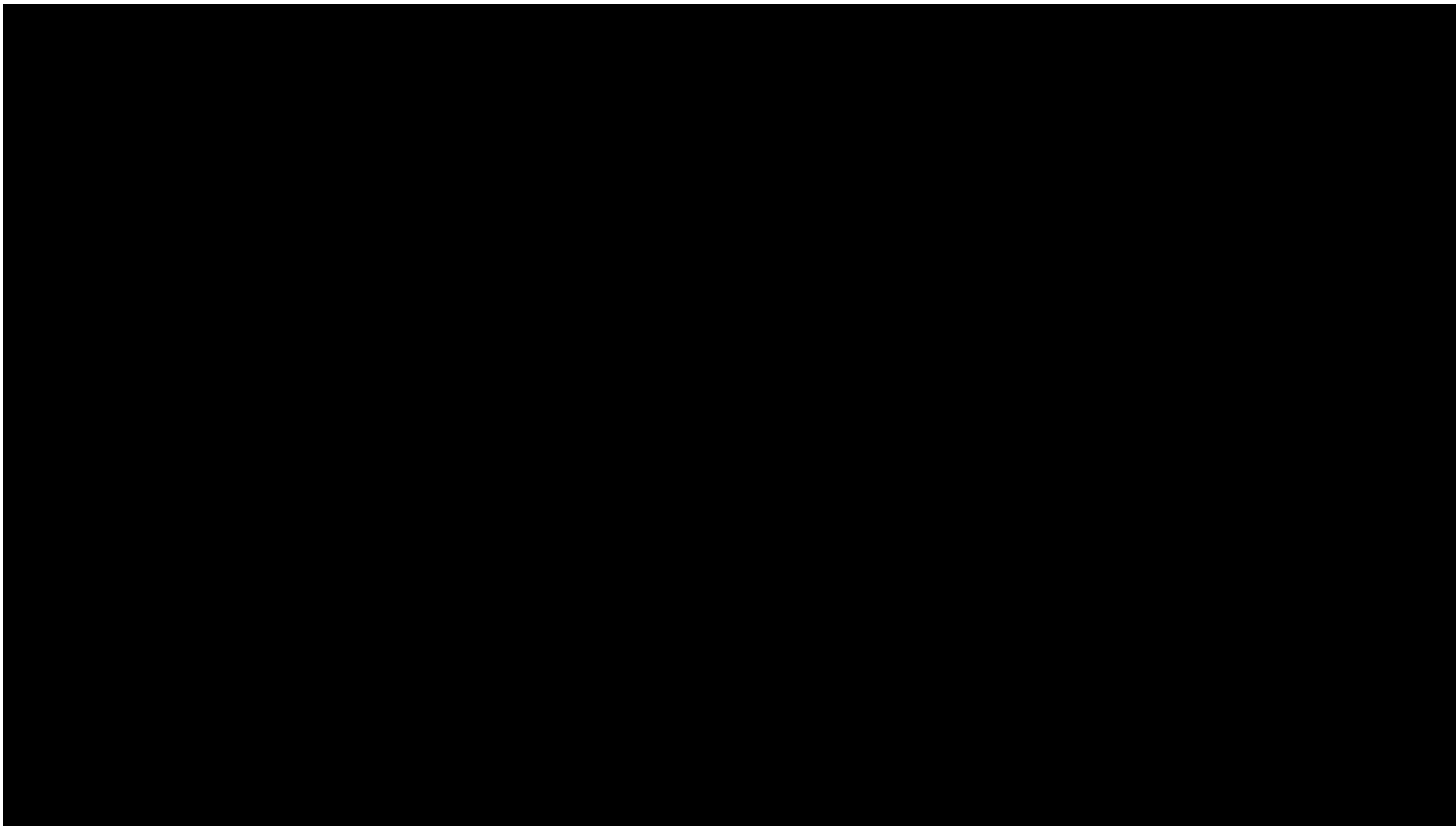
Sygnały audio mają szerokie pasmo oraz dużą dynamikę.

Przetworniki powinny charakteryzować się wysoką częstotliwością próbkowania oraz rozdzielczością bitową.

Należy minimalizować błędy cyfrowego przetwarzania sygnałów.

„Przejrzystość” sygnału dźwiękowego – pomimo błędów przetwarzania, słuchacz nie słyszy degradacji sygnału.

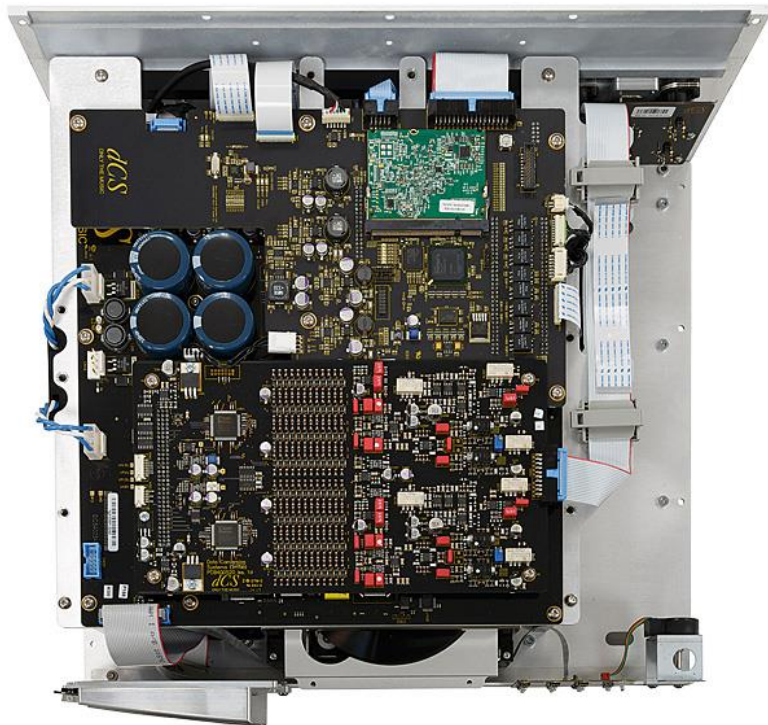
PRZYKŁADY PRZETWORNIKÓW FONICZNYCH



Chord Electronics FPGA DAC

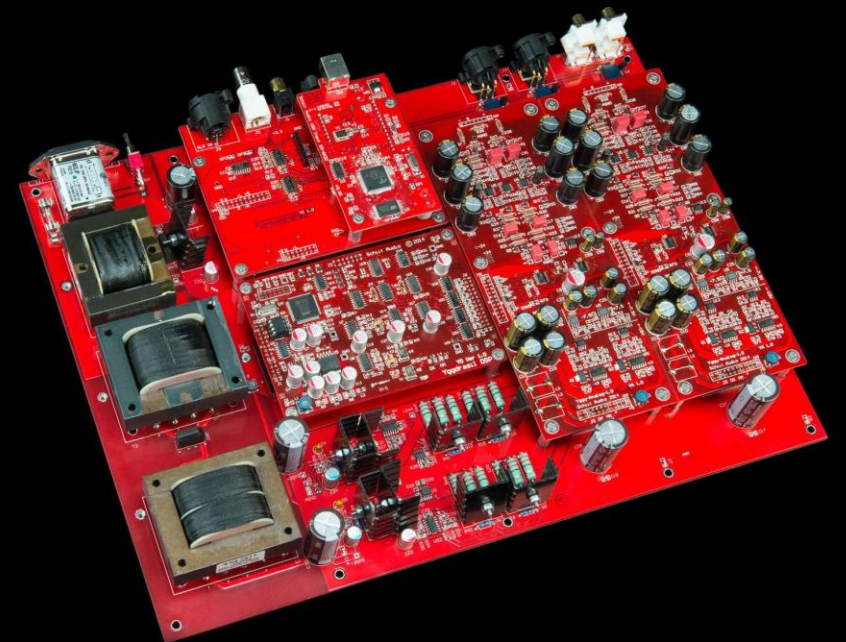
DCS VIVALDI ONE

Cena: 300 000 zł



SCHIIT YGGDRASIL

Cena: \$2,449



MSB TECHNOLOGY SELECT DAC II

Opis producenta:

Select DAC posiada zdumiewającą praktycznie mierzalną ponad 28-bitową rozdzielczość realizowaną przez liniowy hybrydowy przetwornik. Przetwornik praktycznie nie ma szumu kwantyzacyjnego ani jittera. Select DAC II to najlepsze źródło dźwięku na świecie.

Cena: 420 000 zł

