

## Laboratorium Podstaw Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów

### Instrukcja do ćwiczenia „SYGNAŁY”

#### Opis sygnału w dziedzinie czasu i częstotliwości, Kwantyzacja sygnału

#### Cel ćwiczenia

Sygnały występujące w otaczającym nas świecie w większości przypadków są analogowymi sygnałami ciągłymi w czasie, jak na przykład: napięcie elektryczne, natężenie światła, tempo reakcji chemicznej. Konwersja analogowo-cyfrowa (A/C) pozwala na przekształcenie sygnału ciągłego do odpowiadającego mu sygnału „zrozumiałego” dla wszelkich maszyn cyfrowych. Cyfrowy odpowiednik analogowego sygnału ciągłego posiada dwie niezwykle istotne cechy: jest próbkowany oraz skwantowany. Obie te cechy ograniczają maksymalną ilość informacji jaką może nieść sygnał cyfrowy, ich właściwy dobór decyduje o tym na ile dobrze opisuje on sygnał analogowy.

Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest nabycie podstawowej umiejętności generacji i analizy sygnałów dyskretnych na podstawie ich przebiegu czasowego (odczyt amplitudy, wartości średniej, opis sygnałów) oraz ich gęstości widmowej mocy (wyliczanie GWM podstawowych sygnałów metodą bezpośrednią, opis sygnału na podstawie GWM). Następnie, w czasie zajęć studenci zostaną zapoznani z problematyką doboru parametrów procesu próbkowania sygnałów oraz efektami towarzyszącymi temu procesowi.

#### Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

Przygotowanie do laboratorium obejmuje zaznajomienie się z:

- materiałami i notatkami z wykładów,
- następującymi funkcjami i operacjami dostępnymi w środowisku Matlab: `abs`, `fft(x,N)`, `randn(N,1)`, `pi`, `hold on/off`, `grid on`, generacja wektora:  $i = (1:(N-1))'$ , `sin(2*pi*f1/fs*i)`, mnożenie wektorów: `e.*e`, `e'*e`, `x=x(1:100)`, `x.^2`, `sound`,
- procesami próbkowania i kwantowania sygnału ciągłego danego w postaci wykresu lub funkcji czasowej,
- pojęciami kwantyzacji, kwantu, szumu kwantyzacji,

Przed przystąpieniem do laboratorium należy posiadać umiejętność wykreślenia funkcji sinus i prostokąt o zadanej częstotliwości oraz opisu funkcji na podstawie wykresu.

#### Przebieg ćwiczenia

0) Sprawdzenie przygotowania do ćwiczenia

I) Opis symulowanych sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości

1. Wygenerować zadane sygnały: sinusoidę o zadanej częstotliwości, prostokąt, biały szum
2. Wykreślić i scharakteryzować przebiegi czasowe i gęstość widmową mocy sygnałów

II) Opis złożonego sygnału w dziedzinie czasu i częstotliwości

1. Odczytać podane przez prowadzącego sygnały (plik `sygnaly_xx.zip`). Wykreślić i scharakteryzować przebiegi czasowe i gęstość widmową mocy podanych sygnałów.

III) Kwantyzacja

1. Wygenerować sygnał sinusoidalny zadaną częstotliwością próbkowania.
2. Dokonać kwantyzacji przykładowego sygnału na 2,4,8 bitach.
- 3\*. Zastosować dithering, tj. dodać do początkowego sygnału niskopoziomowy szum i dokonać kwantyzacji uzyskanego sygnału na 2,4,8 bitach.

Dla każdego z analizowanych sygnałów wykreślić jego przebieg czasowy, GWM, odsłuchać sygnał i scharakteryzować otrzymane wyniki.

IV) Opis układów dyskretnych - krótkie wprowadzenie.

V) Indywidualne zaliczanie ćwiczenia – obrona protokołu.

## Zaliczenie

W trakcie ćwiczenia należy dokumentować postępy w formie protokołu z przebiegu ćwiczenia zawierającego wykresy z komentarzami (wzór protokołu w pliku protokol\_syg.odt). Protokół na zakończenie zajęć należy umieścić jako sprawozdanie w formie pliku pdf na Platformie.

## Po zajęciach student powinien umieć

- wygenerować w trybie off-line proste sygnały dyskretne,
- scharakteryzować sygnał dyskretny na podstawie przebiegu czasowego (odczytać amplitudę, wartość średnią, częstotliwość, rozróżniać sygnały deterministyczne i losowe),
- scharakteryzować sygnał dyskretny na podstawie wykresu jego gęstości widmowej mocy (określić sygnał, odczytać częstotliwość składowych sinusoidalnych, zakres częstotliwościowy dominującego pasma szumu),
- scharakteryzować wpływ kwantyzacji na sygnał dyskretny na podstawie przebiegu czasowego i jego gęstość widmową mocy.

## Przykładowy kod

```
fp = N;
i = (0:N-1)';
x = A * sin(2 * pi * f / fp * i);
szum = randn(N,1);
plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
xlabel('t [s]')

% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
fft_x = fft(x,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
xlabel('f [Hz]')

% obliczenie gęstości widmowej mocy -- większa rozdzielczość widmowa
gwm_x = 20*log10(abs(fft(x,N)/N));
plot((0:N/2)/N*fp,gwm_x(1:N/2+1));

% kwantyzacja
q = zakres/(2^b);
xq = round(x*q)/q;

% kwantyzacja z ditheringiem
d = 0.5*(rand(N,1)-rand(N,1));
xq = round(x*q+d)/q;
```