

**Politechnika  Białostocka**

**Wydział Elektryczny**

**Katedra Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej**

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu:

**Przetwarzanie Sygnałów**

Kod: TS1A400027

Temat ćwiczenia:

**Próbkowanie sygnałów ciągłych**

Opracował: dr inż. Dariusz Jańczak

Białystok 2014

## **Temat: Próbkowanie sygnałów ciągłych**

### **1. Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest utrwalenie wiedzy studentów oraz nabycie przez nich umiejętności z zakresu zasad doboru częstotliwości próbkowania sygnałów ciągłych, a także zastosowania filtrów antyaliasingowych i doboru ich parametrów. Studenci dokonują realizacji sprzętowej podstawowych elementów układów cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz dokonują analizy sygnałów dyskretnych, stosując odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe. Dodatkowo studenci doskonalą umiejętność opracowania dokumentacji dotyczącej realizacji zadania inżynierskiego.

### **2. Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do zajęć**

Przed przystąpieniem do zajęć należy opracować (na podstawie materiałów z wykładu "Przetwarzanie Sygnałów 1") następujące zagadnienia:

- typowy układ cyfrowego przetwarzania sygnałów analogowych;
- zasady doboru częstotliwości próbkowania;
- niejednoznaczność procesu próbkowania;
- zasady doboru parametrów filtru antyaliasingowego;
- dobór częstotliwości próbkowania w przypadku przebiegu sinusoidalnego i prostokątnego.

### **3. Program ćwiczeń**

3.1. Zbadać zjawisko niejednoznaczności procesu próbkowania. W tym celu ustawić w module DSK częstotliwość próbkowania  $f_d = 1kHz$  (lub inną podaną przez prowadzącego) oraz wyłączyć filtr antyaliasingowy (SW0 w pozycji górnej). Zmieniać częstotliwość  $f_s$  generowanego sygnału sinusoidalnego (od kilkudziesięciu Hz do ponad 2 krotnej częstotliwości próbkowania) i korzystając z oscyloskopu zaobserwować sygnał oraz zmierzyć jego częstotliwość. Następnie powtórzyć badania obserwując na oscyloskopie widmo sygnału (FFT jest jedną z funkcji "math" oscyloskopów dostępnych

w laboratorium).

W trakcie wykonywania ćwiczenia, należy zwrócić uwagę na sytuację, gdy częstotliwość sygnału:  $f_s = f_d / 2$ . W tym przypadku w celu zmiany przesunięcia fazy sygnału próbkowanego i synchronizacji próbkowania należy na kilka sekund odstroić częstotliwość sygnału  $f_s$  o ułamki Hz.

3.2. Ponowić program badań z punktu 3.1 z włączonym filtrem antyaliasingowym (SW0 w pozycji dolnej). Sprawdzić różne przypadki ustawień częstotliwości  $f_s$  sygnału sinusoidalnego w stosunku do częstotliwości granicznej filtru antyaliasingowego ( $f_d/2$ ) na wynik procesu próbkowania:

a)  $f_s < f_d / 2$

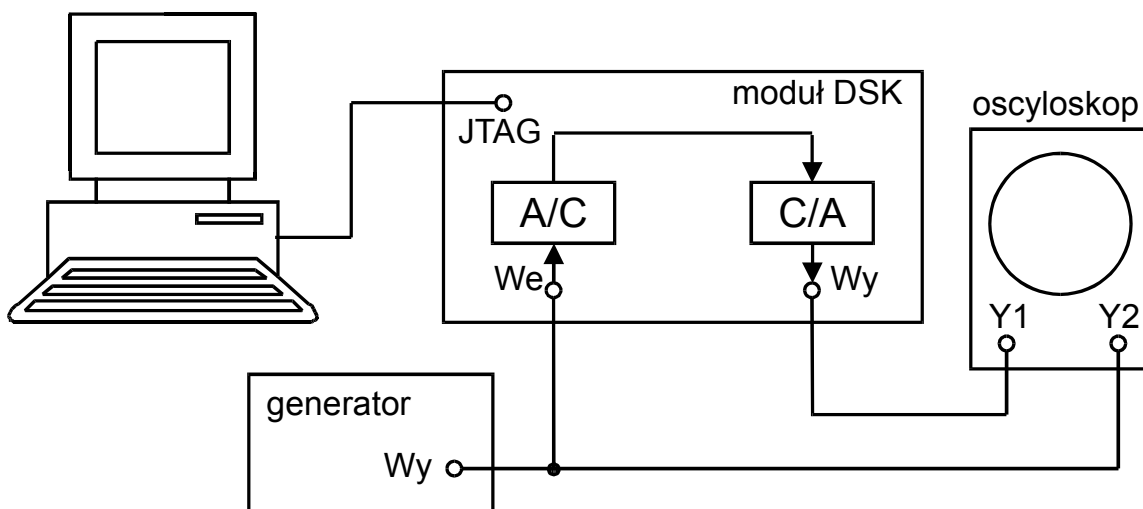
b)  $f_s = f_d / 2$

c)  $f_s > f_d / 2$

3.3. Badania z punktu 3.1 oraz 3.2 przeprowadzić dla sygnału złożonego np. impulsowego, prostokątnego lub piłokształtnego. Na wstępie należy w sposób teoretyczny ustalić odpowiednią częstotliwość graniczną pasma tego sygnału.

#### 4. Realizacja ćwiczeń

Badania eksperymentalne należy przeprowadzić w układzie zestawionym według schematu przedstawionego na rys. 1.

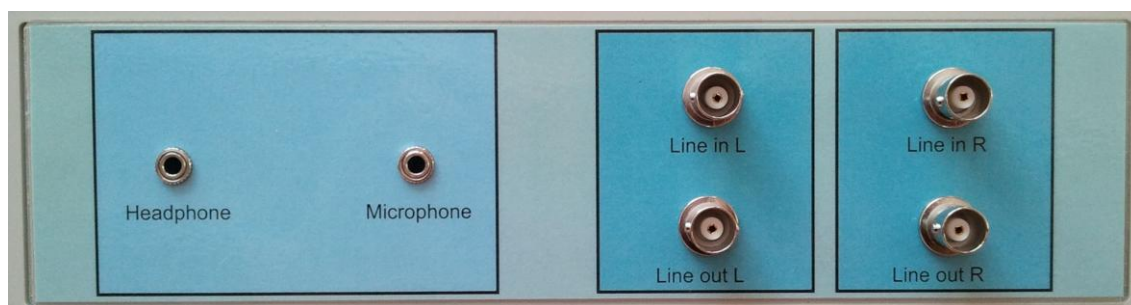


Rys. 1. Schemat połączeń stanowiska laboratoryjnego

### Uwaga!

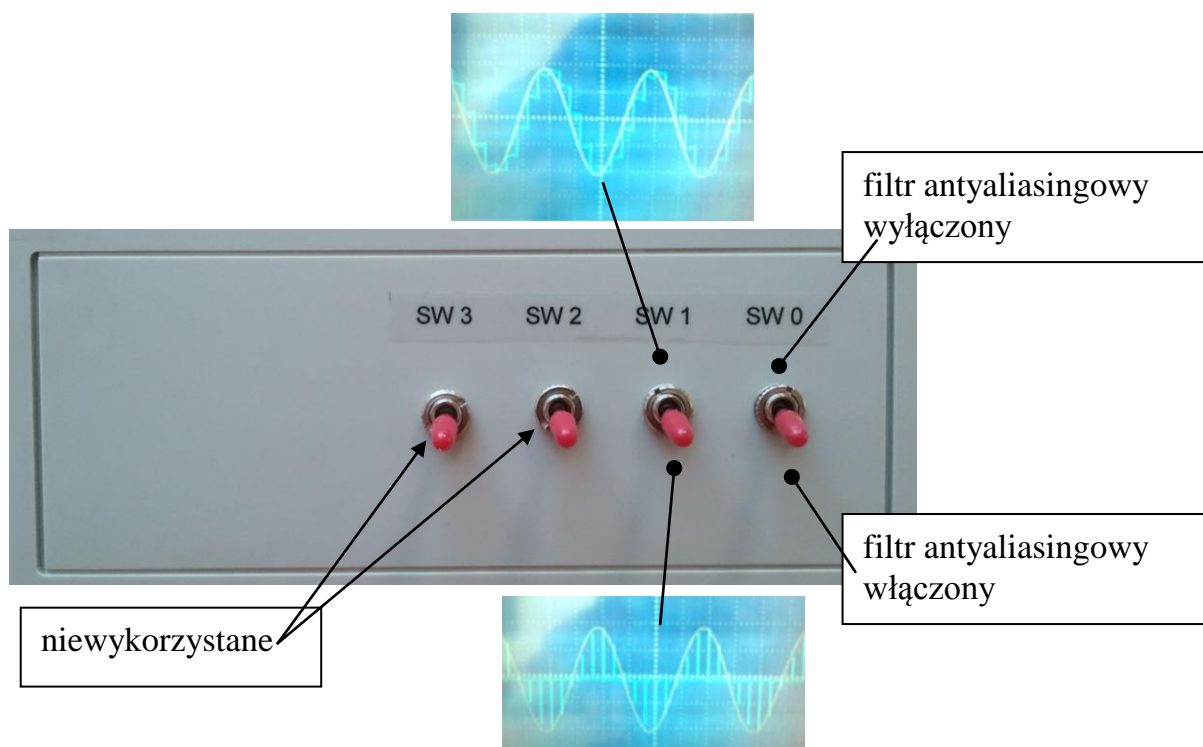
Przed dołączeniem generatora do układu DSK upewnić się, że amplituda sygnału nie przekracza 1V.

W ćwiczeniu należy wykorzystać kanał lewy (patrz rys.2.: "Line in L" - wejście, "Line out L" - wyjście).



Rys. 2. Widok płyty czołowej modułu

Na rys. 3 zostały przedstawione funkcje przełączników modułu DSK po uruchomieniu programu *PS\_lab2.plt*.



Rys. 3. Funkcje przełączników

Po połączeniu układu pomiarowego, należy w środowisku Matlab uruchomić program *przetwornik\_AC.m* (znajdujący się w katalogu *d:\PS*). Pozwala on na wyznaczenie pliku konfiguracyjnego *dane.dat*, który po wygenerowaniu zostanie automatycznie zapisany w katalogu projektu DSP. Zmiana parametrów próbkowania w module DSK następuje po dołączeniu pliku *dane.dat* do projektu *PS\_lab2.plt* (w katalogu *d:\PS\PS\_lab2*), a następnie kompilacji, linkowaniu i załadowaniu programu do modułu DSP. Jeśli nie zostały zgłoszone błędy można uruchomić program (polecenie *RUN*). Powyższe czynności prowadzone są w środowisku uruchomieniowym Code Composer Studio.

### **5. Sprawozdanie powinno zawierać:**

- analizę doboru częstotliwości próbkowania;
- przebiegi czasowe sygnałów ciągłych i po operacji próbkowania wraz z analizą ich zależności od parametrów filtru antyaliasingowego;
- opis otrzymanych widm;
- porównanie przebiegów otrzymanych teoretycznie i na laboratoryjnym stanowisku DSK;
- uwagi i wnioski nasuwające się w trakcie wykonywania ćwiczenia.

### **6. Wymagania BHP**

W trakcie realizacji programu ćwiczenia należy przestrzegać zasad omówionych we wstępie do ćwiczeń, zawartych w: „Regulaminie porządkowym w laboratorium” oraz w „Instrukcji obsługi urządzeń elektronicznych znajdujących się w laboratorium z uwzględnieniem przepisów BHP”. Regulamin i instrukcja są dostępne w pomieszczeniu laboratoryjnym w widocznym miejscu.

### **7. Literatura:**

1. Szabatin J., *Podstawy teorii sygnałów*, WKŁ, Warszawa, 2007.
2. Zieliński T., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: od teorii do zastosowań*, WKŁ, Warszawa, 2009.

3. Lyons R., *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*, WKŁ, Warszawa, 2010.
4. Smith S. W., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców*, Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2007.
5. Stranneby D., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: metody, algorytmy, zastosowania*, BTC, Warszawa, 2004