

## **Wybrane zagadnienia z teorii przetwarzania sygnałów** **- laboratorium.**

### **Ćwiczenie nr 3: „Transformacja Fouriera”.**

#### **1. Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest praktyczne poznanie zagadnień związanych z analizą widmową okresowych sygnałów elektrycznych. Z wykorzystaniem modelu w środowisku MATLAB należy zbadać wpływ różnych czynników na dokładność przeprowadzenia tej analizy.

#### **2. Zagadnienia do przygotowania**

- Moduł i argument liczby zespolonej.
- Próbkowanie sygnałów ciągłych – twierdzenie o próbkowaniu.
- Zjawisko aliasingu.
- Dyskretne przekształcenie Fouriera (DPF).
- Algorytm szybkiego przekształcenia Fouriera (FFT).
- Podstawowe funkcje okien czasowych.

#### **3. Program ćwiczenia**

1. Obejrzyć część rzeczywistą i urojoną oraz moduł FFT dla następujących sygnałów próbkowanych z częstotliwością 16 kHz dla długości sygnału 8 próbek:

a)  $x = \sin(2\pi \cdot 2000t)$ ,

b)  $x = \sin(2\pi \cdot 4000t)$ ,

c)  $x = \sin(2\pi \cdot 6000t)$ ,

d)  $x = \sin(2\pi \cdot 8000t)$ ,

2. Obejrzyć część rzeczywistą i urojoną oraz moduł FFT dla następujących sygnałów próbkowanych z częstotliwością 16 kHz dla długości sygnału 8 próbek:

a)  $x = \sin(2\pi \cdot 4000t)$ ,

b)  $x = \cos(2\pi \cdot 4000t)$ ,

c)  $x = \sin(2\pi \cdot 4000t + \pi/8)$

3. Obejrzeć moduł FFT dla następujących sygnałów próbkowanych z częstotliwością 16 kHz:
  - a)  $x = \sin(2\pi \cdot 1000t)$ , długość sygnału 256 próbek,
  - b)  $x = \sin(2\pi \cdot 1020t)$ , długość sygnału 256 próbek,
  - c)  $x = \sin(2\pi \cdot 1000t)$ , długość sygnału 2048 próbek,
  - d)  $x = \sin(2\pi \cdot 1020t)$ , długość sygnału 2048 próbek,
4. Sprawdzić jak zmieni się widmo w przykładzie 4b i 4d po zastosowaniu trzech różnych okien czasowych.
5. Wyskalowanie osi X w Hz i osi Y w wartościach amplitudy sygnału badanego.
6. Przeprowadzić analizę widmową sygnału z punktu 3c w przypadku:
  - a) akwizycji całkowitej liczby okresów,
  - b) akwizycji niepełnej liczby okresów sygnału.
7. Przykład aliasingu – próbkowanie 16 kHz:
  - a)  $x = \sin(2\pi \cdot 8000t)$ , długość sygnału 2048 próbek,
  - b)  $x = \sin(2\pi \cdot 10000t)$ , długość sygnału 2048 próbek,
  - c)  $x = \sin(2\pi \cdot 12000t)$ , długość sygnału 2048 próbek,
  - d)  $x = \sin(2\pi \cdot 14000t)$ , długość sygnału 2048 próbek,

#### 4. Wskazówki do ćwiczenia

Wykorzystać model znajdujący się w pliku *TPS3.m*.

#### 5. Opracowanie wyników

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać następujące elementy:

- odpowiedzi na poniższe pytania poparte wybranymi wykresami:
  - jak zachowuje się widmo rzeczywiste i urojone oraz modułu przy zwiększaniu częstotliwości próbkowania,
  - jak zachowuje się widmo rzeczywiste i urojone oraz modułu przy zmianie fazy sygnału,
  - co to jest efekt wyciekania i jak powstaje oraz jak można mu przeciwdziałać,
  - jak wyskalować widmo modułu,
  - jak wygląda widmo sygnału o pełnej i niepełnej liczbie okresów,

- opis efektu aliasingu.

Na końcową ocenę z ćwiczenia mają przede wszystkim wpływ rzeczowe wnioski oraz terminowe oddanie sprawozdania.

## **6. Literatura**

- [1] Borodziej W., Jaszczak K.: „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – wybrane zagadnienia”. WNT, Warszawa 1987.
- [2] Bolikowski J.: „Podstawy projektowania inteligentnych przetworników pomiarowych wielkości elektrycznych”. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierskiej, Zielona Góra 1993.
- [3] Dąbrowski A.: „Przetwarzanie sygnałów przy użyciu procesorów sygnałowych”. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2000.
- [4] Lyons R.G.: „Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów”. WKŁ, Warszawa 1999.
- [5] Oppenheim V, Schaffer R.W.: „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów”. WKŁ, Warszawa 1979.
- [6] Zieliński T.P.: „Od teorii do cyfrowego przetwarzania sygnałów”. Wydział EAIiE AGH Kraków 2002