|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ćwiczenia laboratoryjne** | | | | | |
| **Data wykonania pomiarów** | | **Data oddania sprawozdania** | | **Poprawa** |
| **27.05.2019** | | **03.06.2019** | | **N** |
| **Temat wykonanego ćwiczenia** | | | | **Ocena** |
| **Termin:**  Poniedziałek  11:15  Nr grupy  3 | Przebiegi niesinusoidalne – szeregi Fouriera | | | |  |
| **Skład Grupy** | **Kacper Borucki**  **Kacper Pająk**  **Kamil Rychcik**  **Kamil Schabiński** | | **Protokół i sprawozdanie:**  **Kacper Borucki** |  |

# Wstęp teoretyczny i cel ćwiczenia

Sygnały okresowe można przedstawić w formie sum funkcji sinusoidalnych o odpowiednich częstotliwościach i amplitudach. Ten rodzaj analizy nazywa się analizą fourierowską i polega na przedstawieniu sygnału za pomocą tzw. szeregu Fouriera.

Celem ćwiczenia było przeprowadzenie analizy fourierowskiej sygnałów okresowych przy wykorzystaniu programu MATLAB. Zakres ćwiczenia obejmował obliczanie współczynników Fouriera różnych sygnałów okresowych, badanie widma amplitudowego i fazowego sygnału oraz aproksymowanie sygnałów wielomianem trygonometrycznym.

# Przebieg ćwiczenia

W trakcie ćwiczenia kolejno rysowaliśmy w programie MATLAB przebiegi funkcji okresowych, a następnie na podstawie przygotowanych funkcji wyznaczaliśmy współczynniki kolejnych harmonicznych każdego z przebiegów, a także aproksymowaliśmy ten przebieg korzystając z 10 i 20 przebiegów harmonicznych.

# Spis przyrządów pomiarowych

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Nazwa urządzenia** | **Pełniona funkcja** |
| 1 | Komputer z oprogramowaniem MATLAB | Rysowanie przebiegów i obliczenia współczynników |

# Funkcja „fun1”

## Przebieg

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Przebieg prostokątny * Funkcja nieparzysta * Funkcja antysymetryczna |

## Aproksymacje

|  |  |
| --- | --- |
|  | n=10 |
|  | n=20 |

## Tabela pomiarowa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **k** | **a(k)** | **b(k)** | **c(k)** |  |
| 0 | 0 | - | - | - |
| 1 | 0 | 1,27 | 0,64 | -90 |
| 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 3 | 0 | 0,42 | 0,21 | -90 |
| 4 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 5 | 0 | 0,25 | 0,13 | -90 |
| 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 7 | 0 | 0,18 | 0,09 | -90 |
| 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 9 | 0 | 0,14 | 0,07 | -90 |
| 10 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 11 | 0 | 0,12 | 0,06 | -90 |
| 12 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 13 | 0 | 0,10 | 0,05 | -90 |
| 14 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 15 | 0 | 0,08 | 0,04 | -90 |
| 16 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 17 | 0 | 0,07 | 0,04 | -90 |
| 18 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 19 | 0 | 0,07 | 0,03 | -90 |
| 20 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 |

## Widmo amplitudowe

## Widmo fazowe

# Funkcja „fun3”

## Przebieg

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Przebieg piłokształtny * Funkcja nieparzysta |

## Aproksymacje

|  |  |
| --- | --- |
|  | n=10 |
|  | n=20 |

## Tabela pomiarowa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **k** | **a(k)** | **b(k)** | **c(k)** |  |
| 0 | 1 | - | 1 | 0 |
| 1 | 0 | -0,32 | 0,16 | 90 |
| 2 | 0 | -0,16 | 0,08 | 90 |
| 3 | 0 | -0,11 | 0,05 | 90 |
| 4 | 0 | -0,08 | 0,04 | 90 |
| 5 | 0 | -0,06 | 0,03 | 90 |
| 6 | 0 | -0,05 | 0,03 | 90 |
| 7 | 0 | -0,05 | 0,02 | 90 |
| 8 | 0 | -0,04 | 0,02 | 90 |
| 9 | 0 | -0,04 | 0,02 | 90 |
| 10 | 0 | -0,03 | 0,02 | 90 |
| 11 | 0 | -0,03 | 0,01 | 90 |
| 12 | 0 | -0,03 | 0,01 | 90 |
| 13 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 14 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 15 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 16 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 17 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 18 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 19 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |
| 20 | 0 | -0,02 | 0,01 | 90 |

## Widmo amplitudowe

## Widmo fazowe

# Funkcja „fun5”

## Przebieg

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Przebieg prostokątny * Funkcja nieparzysta * Funkcja antysymetryczna |

## Aproksymacje

|  |  |
| --- | --- |
|  | n=10 |
|  | n=20 |

## Tabela pomiarowa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **k** | **a(k)** | **b(k)** | **c(k)** |  |
| 0 | 0 | - | 0 | 0,00 |
| 1 | -0,41 | 0,64 | 0,38 | 89,99 |
| 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | -0,05 | 0,21 | 0,11 | -89,82 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | -0,02 | 0,13 | 0,06 | -89,77 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | -0,01 | 0,09 | 0,05 | 87,49 |
| 8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | -0,01 | 0,07 | 0,04 | -89,84 |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,00 | 0,06 | 0,03 | -74,72 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 13 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 89,79 |
| 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 89,63 |
| 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 17 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | -89,38 |
| 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | -55,08 |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

## Widmo amplitudowe

## Widmo fazowe

# Funkcja „fun7”

## Przebieg

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Przebieg sinusoidalny jednopołówkowy * Funkcja nieparzysta |

## Aproksymacje

|  |  |
| --- | --- |
|  | n=10 |
|  | n=20 |

## Tabela pomiarowa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **k** | **a(k)** | **b(k)** | **c(k)** |  |
| 0 | 0,64 | - | 0,64 | 0 |
| 1 | 0,00 | 0,50 | 0,25 | -90 |
| 2 | -0,21 | 0,00 | 0,11 | 0 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 4 | -0,04 | 0,00 | 0,02 | 0 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 6 | -0,02 | 0,00 | 0,01 | 0 |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 8 | -0,01 | 0,00 | 0,01 | 0 |
| 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 10 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |

## Widmo amplitudowe

## Widmo fazowe

# Przykładowe obliczenia

### Wyznaczenie wartości zespolonej

* Wartość modułu
* Wyznaczanie :

# Wnioski

### Wszystkie badane przebiegi okazały się być nieparzyste. Dwa z nich są antysymetryczne.

* W przypadku aproksymacji, złożenie 20 harmonicznych pozwoliło uzyskać przebieg dużo bardziej zbliżony do początkowego, niż wykorzystanie 10 harmonicznych. Największe różnice można zauważyć na prostych odcinkach przebiegów, gdzie wpływy kolejnych harmonicznych wygładzają całość krzywej.
* Składowa a(0) jest równa 0 tylko dla przypadków funkcji antysymetrycznych (czyli wtedy, gdy średnia wartość funkcji jest równa 0).
* Wszystkie badane przebiegi nieparzyste miały znacznie większy udział wartości b(k) niż a(k), na podstawie czego można wnioskować, że dla tych przypadków widmo jest funkcją urojoną. Wyjątkiem jest przebieg fun7, gdzie pojawia się więcej wartości rzeczywistych.
* Jedną z cech funkcji antysymetrycznych jest brak udziału harmonicznych parzystych w ich przebiegach (k=2, 4, 6…)
* Widma częstotliwościowe wskazują na to, że wszystkie harmoniczne badanych sygnałów są przebiegami sinusoidalnymi.