# Podstawy Telekomunikacji – MTM S5 – **LAB 1**

**Zagadnienia wstępne – powtórzenie z teorii sygnałów**

1. Wprowadzenie do Matlaba

* Wektory
* Rozwiązywanie układu równań
* Macierze, mnożenie macierzy, zagadnienie własne
* Iloczyn skalarny, wektorowy,
* Wykresy (*properties*), zapis wykresów
* Funkcje, pętle, skrypty
* Zapis / wczytywanie z pliku

1. Przetwarzanie sygnałów

* Konstrukcja sygnałów o zadanych parametrach
* Rozwinięcie w szereg Fouriera
* Analiza widnm, (i)DFT, FFT, listek główny, listki boczne, *aliasing*, przeciek widma – rozdzielczość częstotliwościowa widma, okienkowanie sygnału,
* Splot liniowy, splot kołowy

1. Próbkowanie, kwantowanie, Przetworniki AC.
2. Przesuwanie sygnału i widma sygnału.
3. Iloczyn skalarny sygnałów/wektorów i ortogonalność sygnałów. Kąt między sygnałami, bazy ortogonalne i ortonormalne.
4. Splot sygnałów i jego zastosowanie przy obliczaniu odpowiedzi filtru.
5. Korelacja i autokorelacja sygnałów.

**Zadania dodatkowe na rozgrzewkę**

1. Rozwiąż układ równań

x+2y+3z=1

4x+5,5y+6z=1

7x+8y+9,5z=1

1. Sporządź wykres okręgu (równania parametryczne) dla t=[0;1)
2. Wygeneruj i przedstaw graficznie 3 okresy sygnałów. Amplituda A=+/- 1V, dla każdego wyznaczyć składową stałą i moc.
   1. Przebieg harmoniczny o częstotliwości f=1kHz
   2. Przebieg prostokątny o częstotliwości f=1kHz, wypełnieniu k=1/2
   3. Przebieg piłokształtny o częstotliwości f=1kHz
   4. Przebieg trójkątny o częstotliwości f=1kHz

Do przećwiczenia automatyczny eksport wykresów, modyfikacje legendy, podpisów, tytułów, sposobów wyświetlania.

**Zadania**

1. ***Zbudować przebieg „prostokątny” o częstotliwości f=30Hz za pomocą funkcji sinusoidalnych***
2. Trzech
3. Pięciu
4. Dziesięciu
5. Stu

Analiza przypadku (1): sygnał cyfrowy ma częstotliwość 1 MHz (2 Mbit/s), jest reprezentowany odpowiednio przez 1 i 3 oraz 1 i 3 i 5 harmoniczną, szerokość pasma, reprezentacja sygnału.

1. ***Dla sygnału analogowego:***
2. Dobierz częstotliwość próbkowania fs sygnału f(t). Zaproponuj czas obserwacji - konsekwencje. Wyznacz DFT sygnału (wskazy).
3. Zmieniając liczbę bitów przetwornika AC (np. bit = 1, 3, 4, 8, 10), zbadać: jak zmienia się obraz próbkowanego sygnału, poziom (rząd wielkości) błędów kwantyzacji, porównać maksymalny błąd kwantyzacji z połową przedziału kwantowania, jakie zniekształcenia się pojawiają (wyższe harmoniczne sygnału), dla bit=1, 2, 4, 8 wyznacz współczynnik zawartości harmonicznych. Określ odstęp i szum kwantyzacji.
4. Dla sygnału sinusoidalnego f=1kHz, porównać dwa przypadki: (1) fs= 8000 Hz, bit=8, pozostałe parametry domyślne, (2) fs= 8600 Hz, bit=8, pozostałe parametry domyślne. Opisać zaobserwowane zjawisko (widmo).

Analogicznie dla sygnału mowy o paśmie 300Hz - 3400Hz; (1) fs= 8000 Hz, bit=8, (2) fs= 8600 Hz, bit=8

1. ***Widmo DFT sygnałów rzeczywistych***

Proszę nie używać wbudowanej funkcji *conv i dft*.

1. Wygeneruj próbek sygnałów sinusoidalnych mających odpowiednio okresów. Oblicz widmo DFT, wykreśl część rzeczywistą i urojoną widma oraz widmo amplitudowe i fazowe. Jaka powinna być część rzeczywista widma DFT sygnału sinusoidalnego? Oceń otrzymane wyniki. Jak zinterpretować otrzymaną fazę widma? Stwórz funkcje likwidującą błędy odcięcia wartości zerowych części rzeczywistej i urojonej. Powtórz ww. czynności dla sygnałów kosinusoidalnych dla tych samych wartości i . (indeksy osi x przyjmij 0….N-1, wartość fazy znormalizuj względem )
2. Wygeneruj próbek sygnału o częstotliwościach:

f ={0.05fs, 0.08fs, 0.15fs, 0.24fs, 0.25fs, 0.43fs, 0.5fs, 0.57fs, 0.76fs, 1.08fs}, gdzie fs oznacza częstotliwość próbkowania. Opis osi częstotliwości widma znormalizuj względem częstotliwości próbkowania.

Jaki związek zachodzi pomiędzy nr prążka widma, a rzeczywistą częstotliwością sygnału, gdy próbkujemy sygnał   
z częstotliwością fs? Które nr prążków są niezerowe (liczba porządkowa)? Czy zaobserwowano zjawisko przecieku widma? W jakiej proporcji nastąpił podział w każdym z przypadków? Ile powinna wynosić minimalna liczba próbek, aby zjawisko przecieku nie występowało? Ile wynosi rozdzielczość częstotliwościowa widma? Czy zaobserwowano zjawisko aliasingu? Wytłumacz na czym polega aliasing korzystając z ww. sygnałów. Które sygnały po ponownym odtworzeniu byłyby nierozróżnialne i dlaczego?

1. Wygeneruj próbek sygnału prostokątnego dla .   
   Oblicz widmo DFT, wykreśl część rzeczywistą, część urojoną widma oraz widmo amplitudowe i fazowe. Dla których indeksów prążki widma amplitudowego zerują się? Jaki jest stosunek amplitud kolejnych prążków? Co można powiedzieć o symetrii części rzeczywistej i urojonej, amplitudy i fazy widma?
2. ***Splot liniowy i kołowy***

Obliczenia proszę wykonać zarówno analitycznie jak i za pomocą Matlaba. Proszę nie używać wbudowanej funkcji *conv i dft*.

1. Dla układu opisanego odpowiedzią impulsową oblicz przy pomocy splotu liniowego sygnał wyjściowy , gdy na wejście podany jest sygnał . Jaka jest długość sygnału na wyjściu układu?
2. Oblicz splot kołowy sygnałów i dla minimalnej długości *N=N1*. Wyniki splotu liniowego i kołowego umieść na jednym wykresie. Ile pierwszych próbek obu splotów różni się między sobą? Oblicz różnicę między *N* pierwszymi próbkami splotu liniowego i kołowego, porównaj ją z wynikiem splotu liniowego. Co można zauważyć?
3. Oblicz splot liniowy sygnałów i przy pomocy splotu kołowego. Jak dobrać długość *N2* splotu kołowego, aby jego wynik był identyczny z wynikiem splotu liniowego?
4. Oblicz *N* punktowe widma DFT sygnałów i . Pomnóż odpowiadające sobie próbki obu widm . Poprzez *N* punktowe IDFT znajdź sygnał czasowy odpowiadający tak otrzymanemu widmu. Przyjmij *N={N1, N2}*. Porównaj z uprzednio otrzymanymi wynikami.