

Liniowe systemy niezmiennie w czasie oraz operacja splotu dyskretnego

Cele ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z systemami niezmiennymi w czasie oraz operacją splotu dyskretnego.

Uwagi do ćwiczenia

Cześć wykonanych zadań może być wykorzystana w kolejnych ćwiczeniach, więc proponowane jest przechowywanie wyników na potrzeby kolejnych ćwiczeń.

Polecenia języku Python

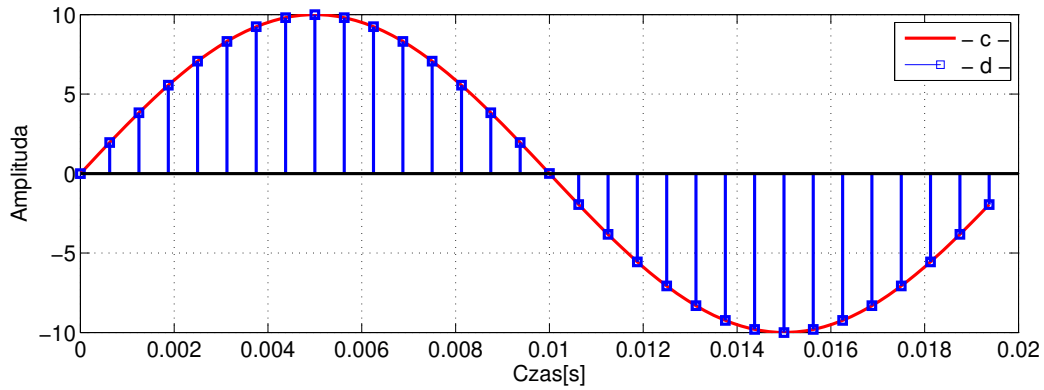
Zapoznać się z następującymi poleceniami w języku Python: `np.arange`, `np.linspace`, `np.sin`, `np.pi`, `plt.figure`, `plt.plot`, `plt.stem`, `plt.grid`, `plt.xlabel`, `plt.ylabel`, `plt.legend`, `np.exp`, `np.zeros`, `np.where`.

Jeśli jest to możliwe, użyj powyższych poleceń do implementacji rozwiązań poniższych zadań.

Przykład pomocniczy do zadań

Poniższy przykład pozwala na wygenerowanie podstawowego przebiegu w postaci sygnału sinusoidalnego (wykres. 1). Kod można wykorzystać do rozwiązywania zadań w ramach tej listy.

```
Fs = 1600                                % Częstotliwości próbkowania
Ts = 1/Fs                                % Czas próbkowania
L = 32                                    % Liczba próbek
t_d = np.arange(0,L,1)*Ts                 % Oś czasu - wartości dyskretne
t_c = np.linspace(0,t_d[-1],L)           % Oś czasu - wartości ciągłe
A = 10                                    % Parametry sygnały - Amplituda
f = 50                                    % Parametry sygnały - Częstotliwości
Phi = 0                                   % Parametry sygnały - Przesunięcie fazowe
y_c= A*np.sin(2*np.pi*f*t_c + Phi)        % Sygnał - wartości osi Y
y_d = A*np.sin(2*np.pi*f*t_d + Phi)       % Sygnał - wartości osi Y
% Wykres
plt.figure(figsize=(15,3))
plt.plot(t_c, y_c, 'r', linestyle = '-')
plt.stem(t_d,y_d , 'b' , markerfmt = 'bs', use_line_collection = True)
plt.grid()
plt.xlabel('Czas[s]')
plt.ylabel('Amplituda')
plt.legend(['- c -', '- d -'])
```



Wykres. 1: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny

Zadania do wykonania

1. Wygenerować sygnał sinusoidalny określony przez następujące równanie

$$y(t) = A \sin(t), \quad (1)$$

dla następujących parametrów: częstotliwości próbkowania $F_s = 10[\text{Hz}]$, liczba próbek $L = 126$, amplituda $A = 10$. Następnie wykonać przebieg funkcji według następującego wzoru zawierającego przesunięcie w czasie

$$y(t) = 10 \sin(t + 5). \quad (2)$$

Uzyskane przebiegi przedstawić na jednym wykresie oraz sprawdzić czy przesunięcie w czasie powoduje zmianę przebiegu dla próbek powyżej wartości przesunięcia. Wynikiem ma być wykres 2.

2. Wygenerować odpowiedź impulsową układu opisanego następującym równaniem różnicowym

$$y(n) = \frac{a_1}{a_0} y(n-1) + \frac{b_1}{b_0} x(n), \quad (3)$$

dla następujących parametrów: częstotliwości próbkowania $F_s = 50[\text{Hz}]$, liczba próbek $L = 36$ oraz $x(n) = \delta(n)$, $a_1 = 2.5$, $a_0 = 3$, $b_1 = 2.5$, $b_0 = 3$, gdzie n – numer próbki. Wynikiem ma być wykres 3.

3. Wygenerować odpowiedź impulsową układu opisanego następującym równaniem różnicowym

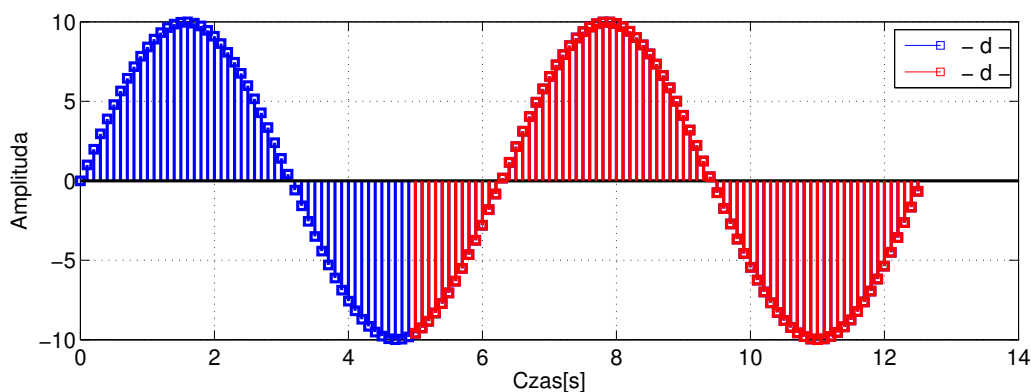
$$y(n) = \frac{a_1}{a_0} y(n-1) + \frac{a_2}{a_0} y(n-2) + \frac{b_1}{b_0} x(n), \quad (4)$$

dla następujących parametrów: częstotliwości próbkowania $F_s = 50[\text{Hz}]$, liczba próbek $L = 64$ oraz $x(n) = \delta(n)$, $a_2 = 0.2$, $a_1 = 2.5$, $a_0 = 3$, $b_1 = 3.5$, $b_0 = 2$, gdzie n – numer próbki. Wynikiem ma być wykres 4.

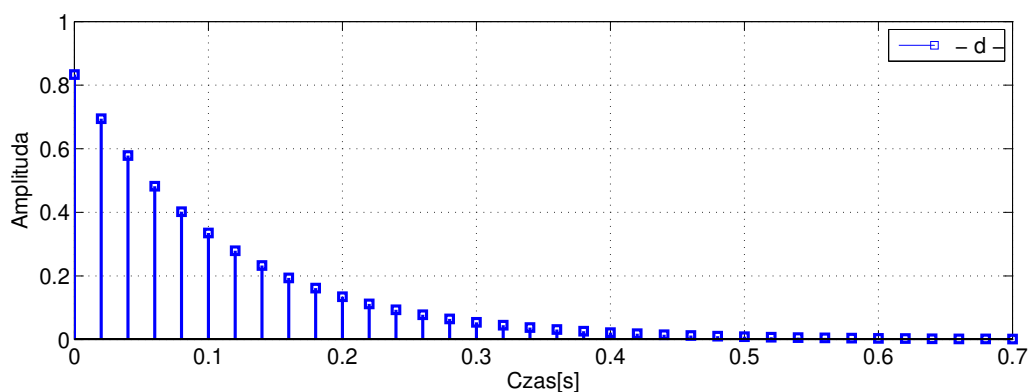
4. Wyznaczyć odpowiedź układu (3) na wymuszenie w postaci skoku jednostkowego, przebiegu sinusoidalnego oraz sumy przebiegów sinusoidalnych na podstawie listy laboratoryjnej nr. 1 analogicznie do zadania 2 zamieniając $\delta(n)$ na odpowiednio: skoku jednostkowy, przebiegu sinusoidalny oraz sumę przebiegów sinusoidalnych. Wynikiem mają być wykresy 5, 6, 7.
5. Bazując na odpowiedzi impulsowej z zadania 2, wyznaczyć odpowiedź układu (3) na wymuszenie w postaci skoku jednostkowego, przebiegu sinusoidalnego oraz sumy

przebiegów sinusoidalnych na podstawie listy laboratoryjnej nr. 1 z zastosowaniem operacji splotu. Wykorzystaj funkcję `conv`. Porównać otrzymane wyniki z wynikami z poprzedniego zadania na jednym wykresie dla danego wymuszenia. Wynikiem mają być wykresy 8, 9, 10.

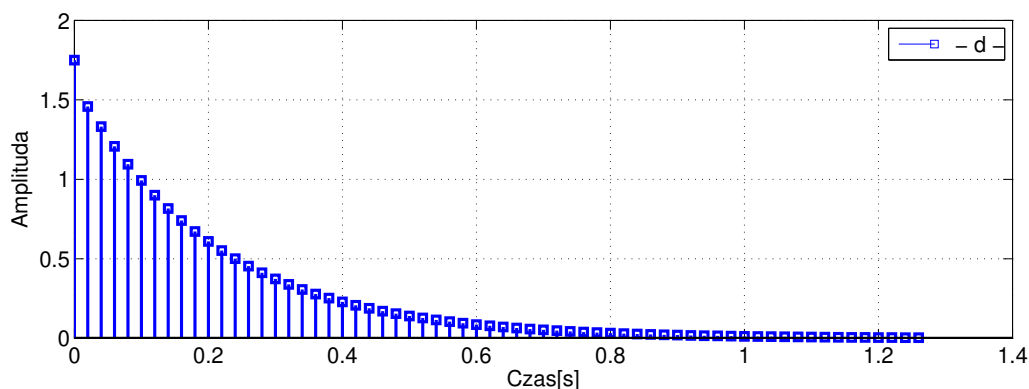
6. Analogicznie do dwóch poprzednich zadań wykonaj odpowiedź układu dla wymuszenia w postaci sygnału losowego dla wartości w przedziale $[50, 100]$. Wykorzystaj funkcję `rand`. Przy czym: częstotliwość próbkowania $F_s = 1[\text{Hz}]$, liczba próbek $L = 100$. Wynikiem ma być wykres 11.



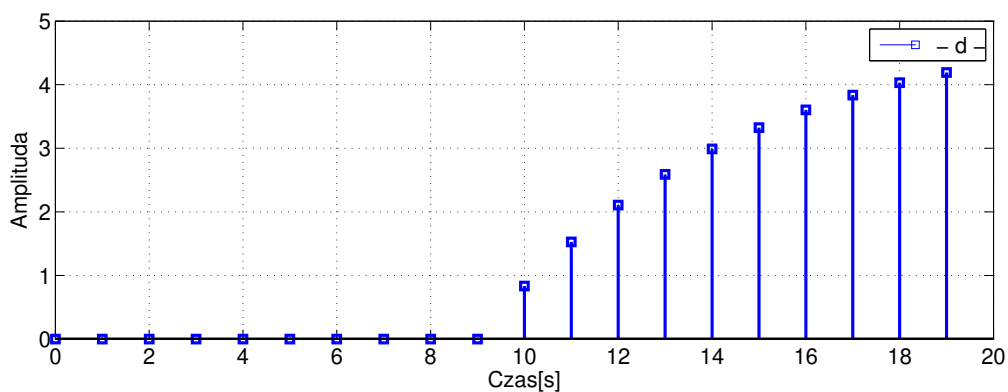
Wykres. 2: d – przebieg dyskretny



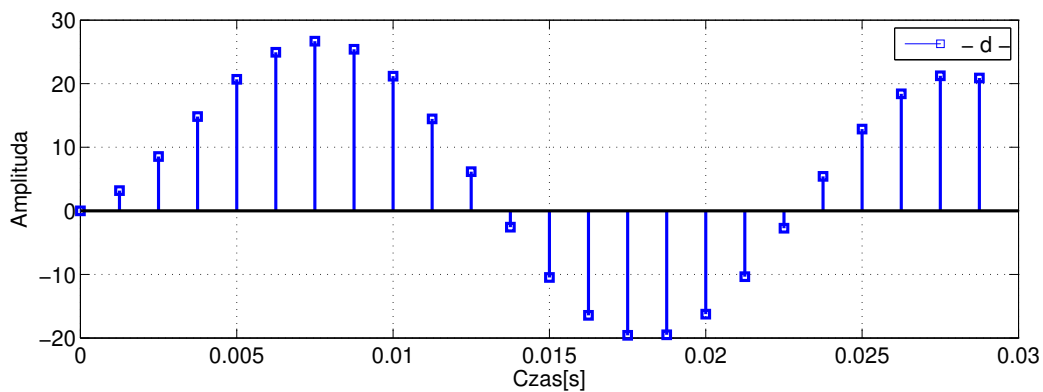
Wykres. 3: d - przebieg dyskretny



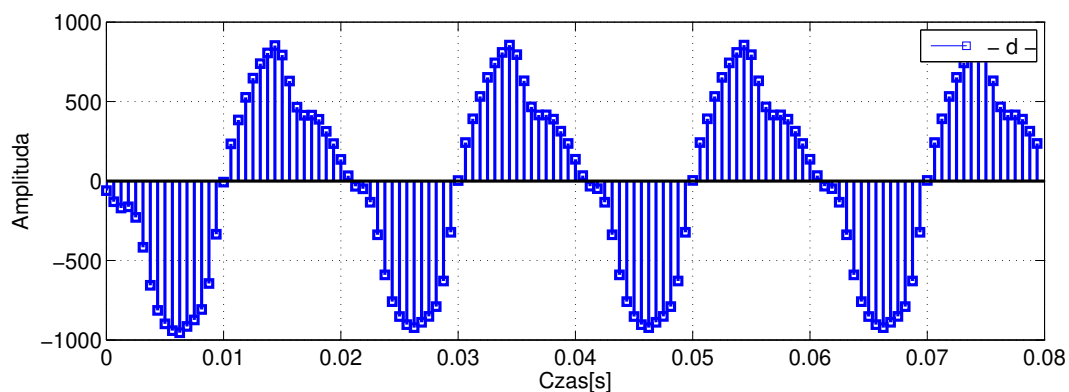
Wykres. 4: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



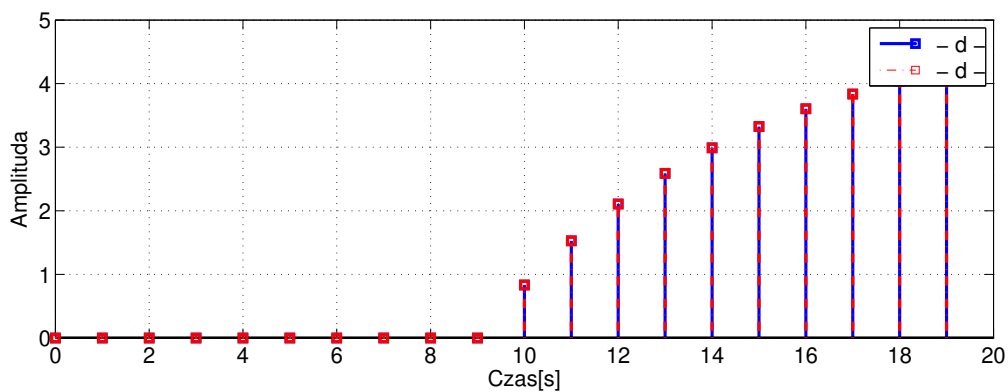
Wykres. 5: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



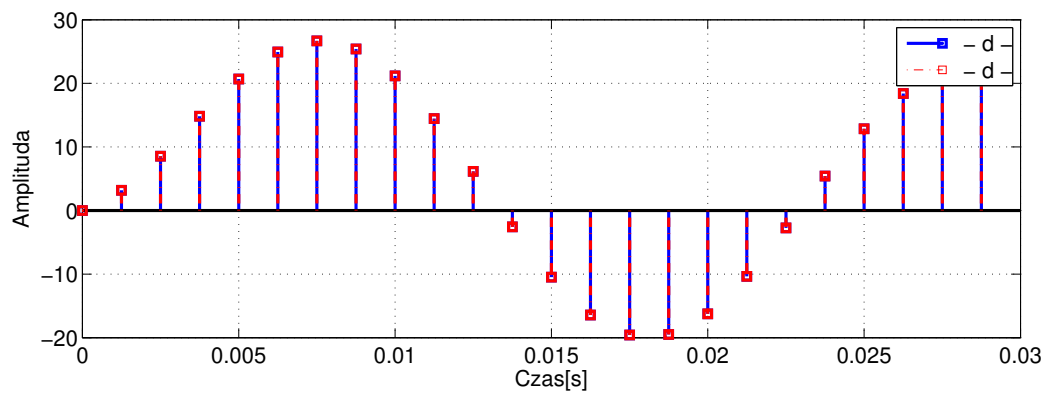
Wykres. 6: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



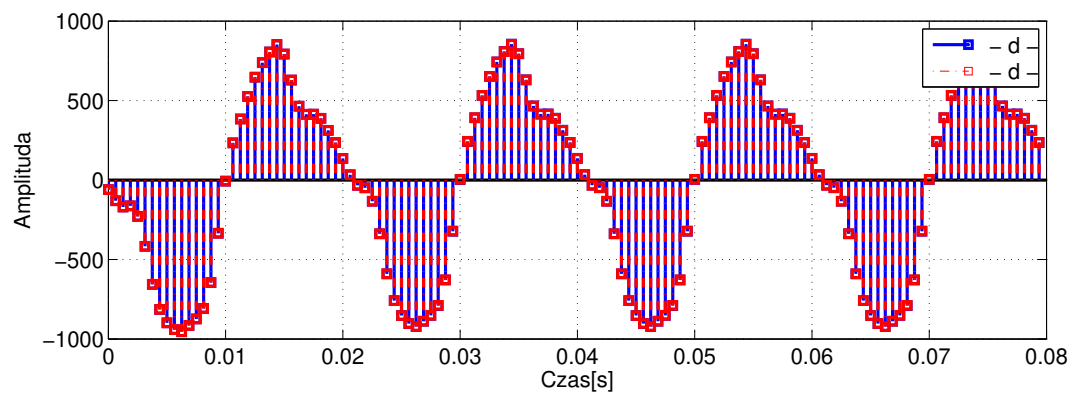
Wykres. 7: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



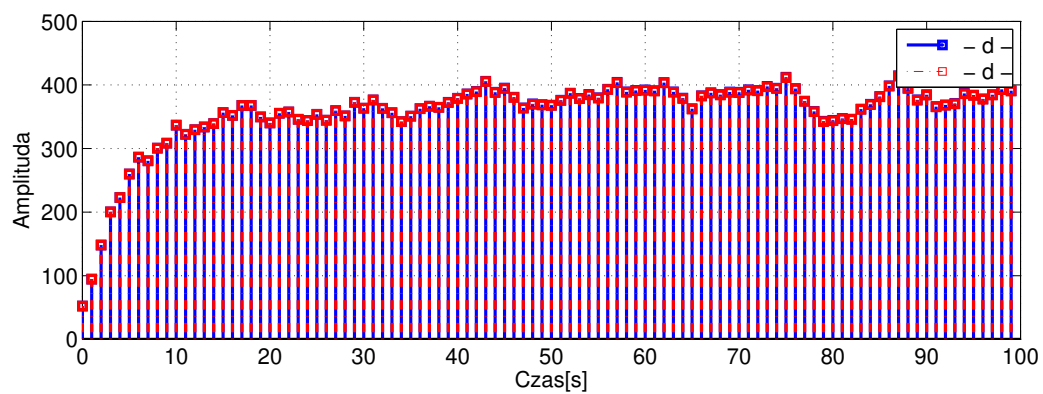
Wykres. 8: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



Wykres. 9: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



Wykres. 10: d - przebieg dyskretny



Wykres. 11: d - przebieg dyskretny