

Modelowanie i symulacja

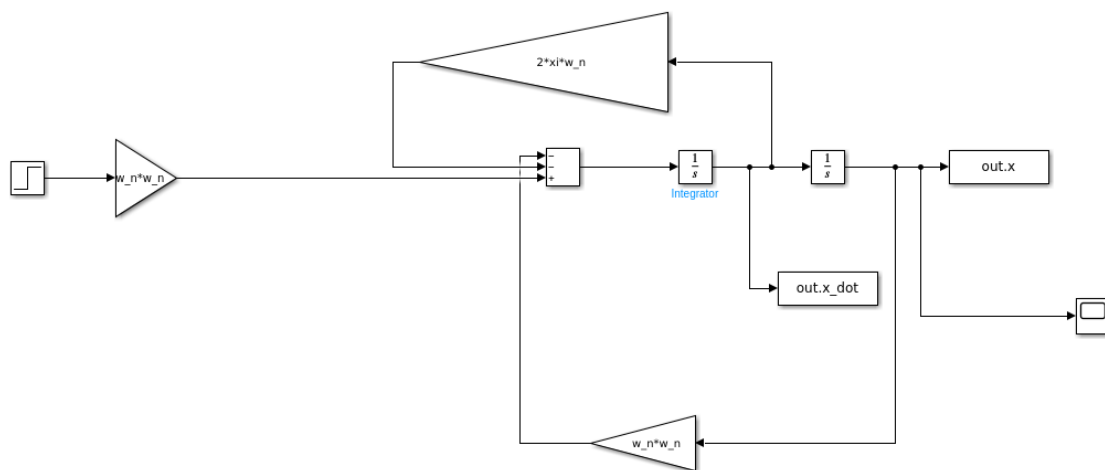
Sprawozdanie nr 4 : Portrety fazowe

Mateusz Kwapisz 280107

Mikołaj Nowak 280082

2 lutego 2026

1 Schemat modelu



Rysunek 1: Schemat modelu

2 Kod Generujący Portrety Fazowe

```
1
2 clear;
3 close all;
4
5 xi = 0.1;
6 czas_skok = 0;
7 u_0 = 1;
8 u_1 = 10;
9 w_n = 3;
10 nazwa_folderu = 'wykresy';
11
12 stany_pocz_x = [11, 7, 0, -1, -7, -11];
13 stany_pocz_x_dot = [0, 3, 11, -3, -7, 0];
14 czas_sym_n = [20, 20, 20, 20, 20, 20, 10, 100, 465, 100, 150, 290,
15 150, 200, 260, 0.5, 5, 3, 1, 0.3];
16 roz_xi = [5, 2, 1, 0.5, 0.1, 0, -0.05, -0.1,
17 -0.5, -0.8, -0.8, -0.8, -0.9, -0.9, -0.9, -1, -1, -2, -2, -2];
18
19 for i = 1:length(roz_xi)
20     xi = roz_xi(i);
21     czas_sym = czas_sym_n(i);
22     figure;
23     hold on;
24     grid on;
25     title(['Portret fazowy dla \xi = ', num2str(xi)]);
26     xlabel('Pociągienie x');
27     ylabel('Prędkość x_dot');
28     plot(u_1, 0, 'kx', 'MarkerSize', 12, 'LineWidth', 3);
29     yline(0, 'k', 'LineWidth', 1);
30     xline(u_1, 'k', 'LineWidth', 1);
31     for k = 1:length(stany_pocz_x)
32         x_dot_0 = stany_pocz_x_dot(k);
33         x_0 = stany_pocz_x(k);
34
35         out = sim("portret.slx", czas_sym);
36
37         plot(out.x, out.x_dot, 'LineWidth', 1.5);
38         plot(x_0, x_dot_0, 'ro', 'MarkerSize', 5, 'MarkerFaceColor', 'r'
39 );
40     end
41
42     legend('Punkt równowagi', 'Trajektoria', 'Start');
43     hold off;
44     nazwa_pliku = sprintf('%s/portret_xi_%g_czas_%g.png', ...
45                             nazwa_folderu, xi, czas_sym);
46
47     saveas(gcf, nazwa_pliku);
48     disp(['Zapisano: ', nazwa_pliku]);
49 end
```

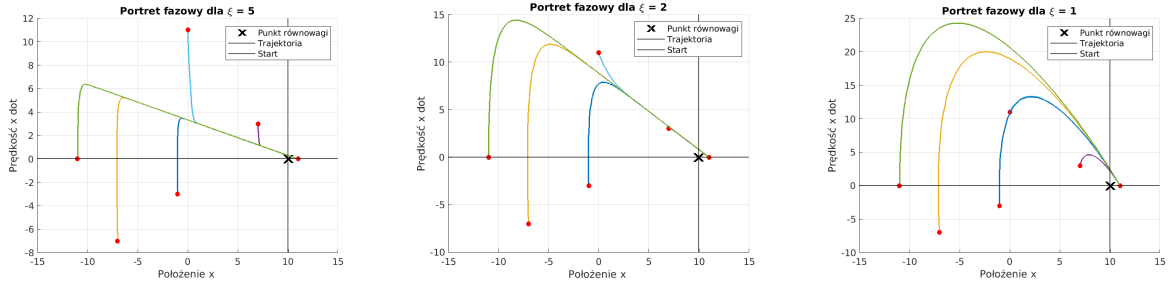
Listing 1: Kod MATLAB generujący portrety fazowe

3 Wyniki symulacji

3.1 Układy Stabilne

3.1.1 Bez oscylacji

Dla $\xi \geq 1$:

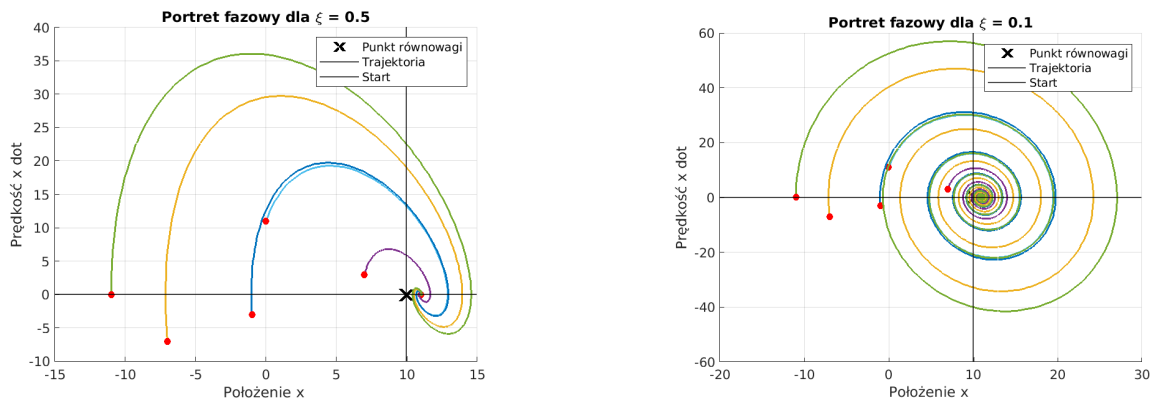


(a) $\xi = 5$ i czas symulacji = 20 (b) $\xi = 2$ i czas symulacji = 20 (c) $\xi = 1$ i czas symulacji = 20

Rysunek 2: Wykresy układów stabilnych bez oscylacji

3.1.2 Z oscylacjami

Dla $\xi < 1$ i $\xi > 0$:



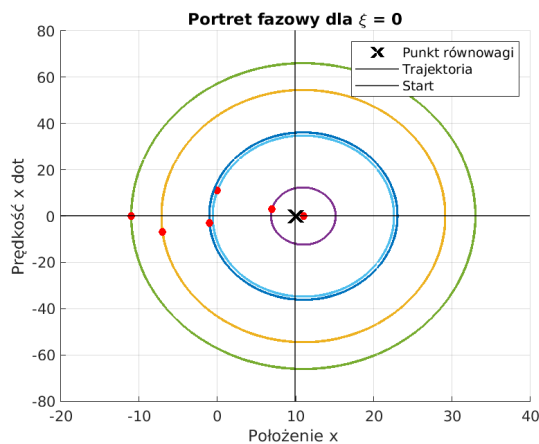
(a) $\xi = 0.5$ i czas symulacji = 20

(b) $\xi = 0.1$ i czas symulacji = 20

Rysunek 3: Wykresy układów stabilnych z oscylacjami

3.2 Granica stabilności

Dla $\xi = 0$:

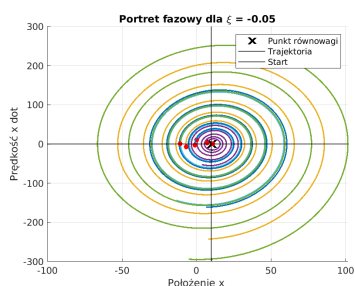


Rysunek 4: Wykres układu na granicy stabilności

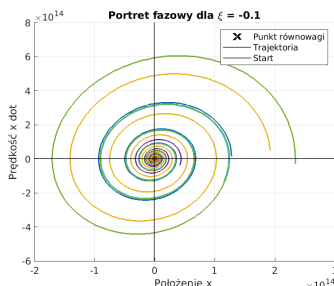
3.3 Układy Niestabilne

3.3.1 Z oscylacjami

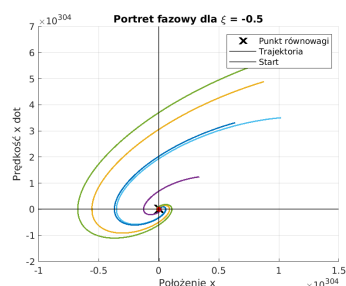
Dla $\xi < 0$ i $\xi > -1$:



(a) $\xi = -0.05$ i czas symulacji = 10

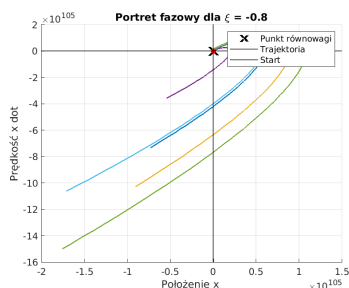


(b) $\xi = -0.1$ i czas symulacji = 100

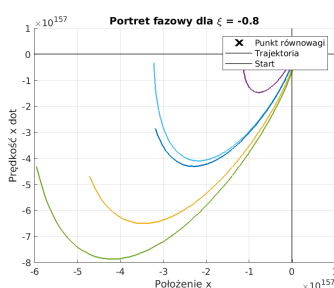


(c) $\xi = -0.5$ i czas symulacji = 465

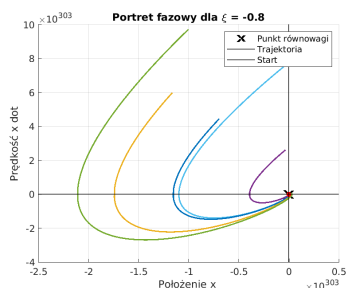
Rysunek 5: Wykresy układów niestabilnych z oscylacjami



(a) $\xi = -0.08$ i czas symulacji = 100

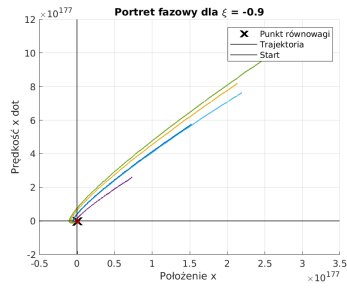


(b) $\xi = -0.08$ i czas symulacji = 150

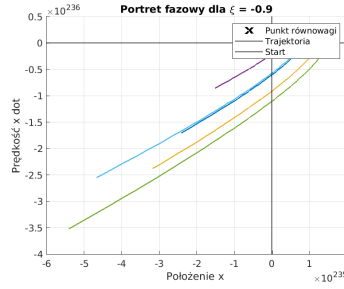


(c) $\xi = -0.08$ i czas symulacji = 290

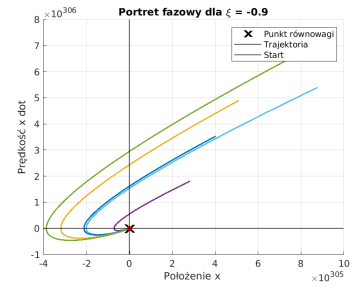
Rysunek 6: Wykresy układów niestabilnych z oscylacjami



(a) $\xi = -0.09$ i czas symulacji = 150



(b) $\xi = -0.08$ i czas symulacji = 200

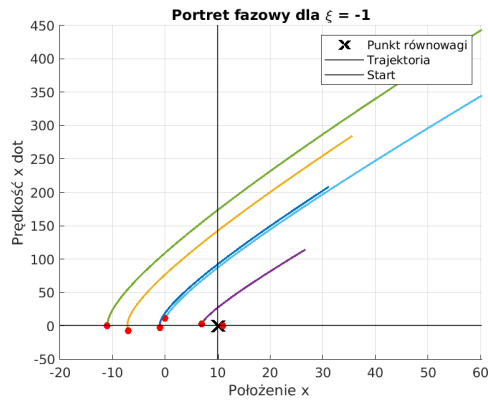


(c) $\xi = -0.08$ i czas symulacji = 260

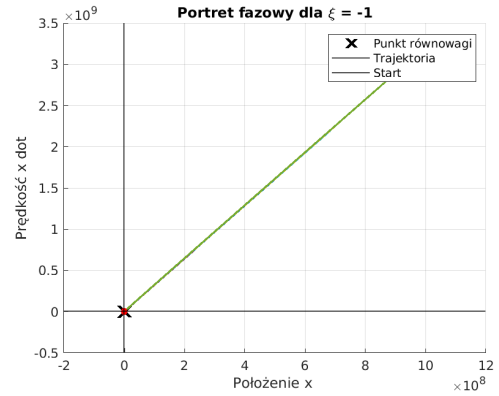
Rysunek 7: Wykresy układów niestabilnych z oscylacjami

3.3.2 Bez oscylacji

Dla $\xi \leq -1$:

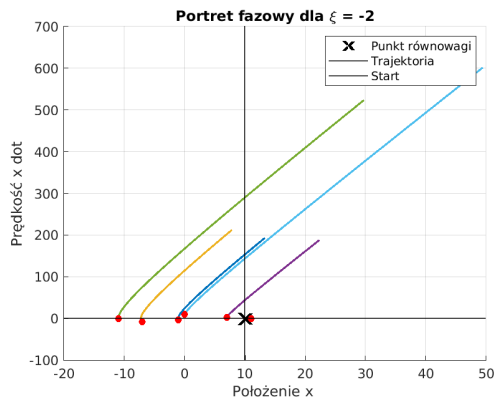


(a) $\xi = -1$ i czas symulacji = 0.5

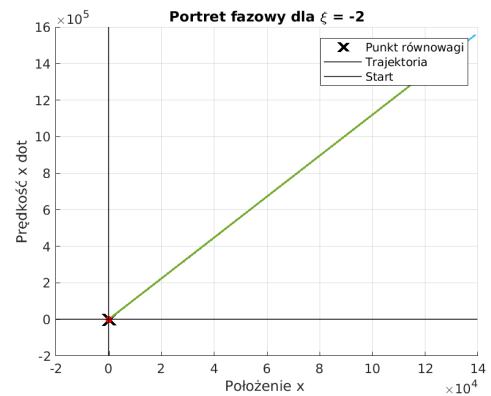


(b) $\xi = -1$ i czas symulacji = 5

Rysunek 8: Wykresy układów niestabilnych bez oscylacji



(a) $\xi = -2$ i czas symulacji = 0.3



(b) $\xi = -2$ i czas symulacji = 1

Rysunek 9: Wykresy układów niestabilnych bez oscylacji

4 Wnioski

- Dla $\xi > 0$ układ jest stabilny, a trajektorie zbiegają do punktu równowagi. Dla $\xi = 0$ układ znajduje się na granicy stabilności, trajektorie nigdy nie zbiegną do punktu równowagi ani do nieskończoności. Dla $\xi < 0$ układ jest niestabilny, a trajektorie zbiegają do nieskończoności.
- Dla $\xi \geq 1$ oraz dla $\xi \leq -1$ nie wystąpią oscylacje. Trajektorie od razu zbiegną do stanu ustalonego (dla $\xi \geq 1$) lub do nieskończoności (dla $\xi \leq -1$).
- Dla $0 < \xi < 1$ oraz dla $-1 < \xi < 0$ wystąpią oscylacje. Będą one maleć, aż trajektorie zbiegną do stanu ustalonego (dla $\xi > 0$), lub narastać, aż trajektorie uciekną do nieskończoności (dla $\xi < 0$).
- Im bliżej granicy $\xi = 0$, tym oscylacje są szybsze.