

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI, INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ
KIERUNEK AUTOMATYKA I ROBOTYKA



MODELOWANIE SYSTEMÓW DYNAMICZNYCH

Podstawy Simulinka

Mateusz Wójcik

Kraków, 26 października 2024

1 Wstęp

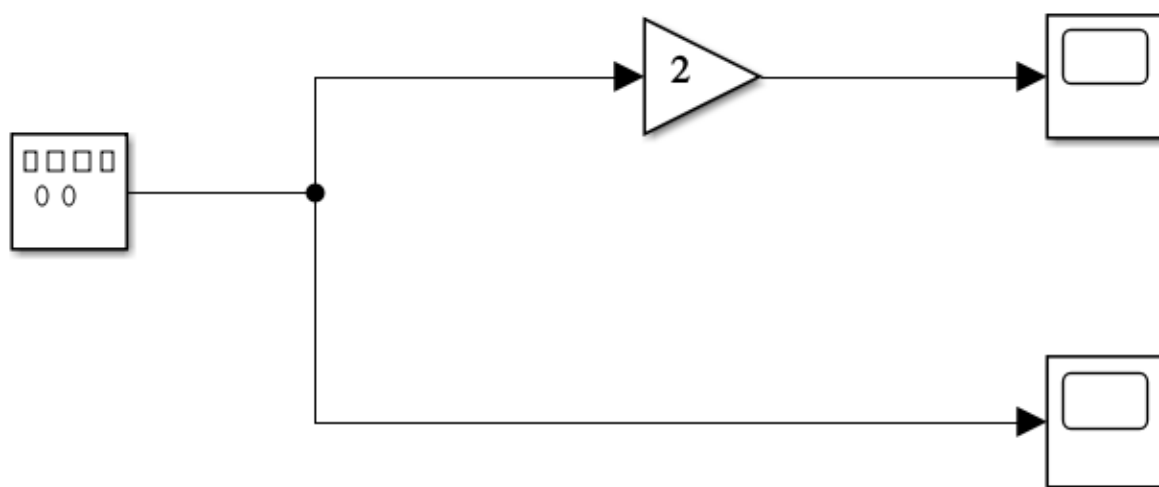
Zajęcia mają na celu zapoznanie się z pakietem programistycznym Simulink, oferowanym przez Matlab. Służy on do modelowania i analizy systemów dynamicznych za pomocą schematów blokowych. Oprogramowanie jest wyposażone w bogatą bibliotekę obiektów, które reprezentują odbiorniki, źródła, składniki liniowe i nieliniowe. Nadaje się, więc idealnie do zastosowań, którymi zajmujemy się na tym przedmiocie.

2 Proste modele

W tej części ćwiczenia zapoznano się z podstawowymi blokami, z których można korzystać w środowisku Simulink. Wykorzystano takie bloki jak: Source Generator, Gain, Scope, Mux, XY Graph, Sin Wave, Step, Integrator, Transfer Fcn, Sum.

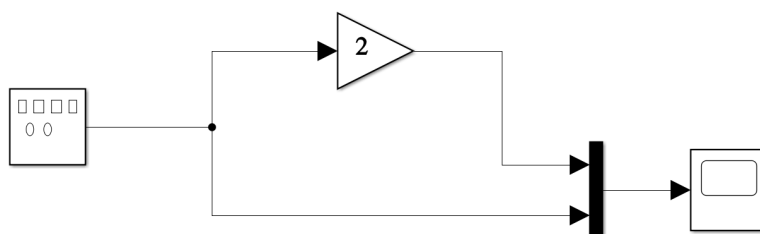
Na ich podstawie zbudowano 6 schematów i zbadano ich odpowiedzi, co przedstawiono w poniższych paragrafach:

Model 1

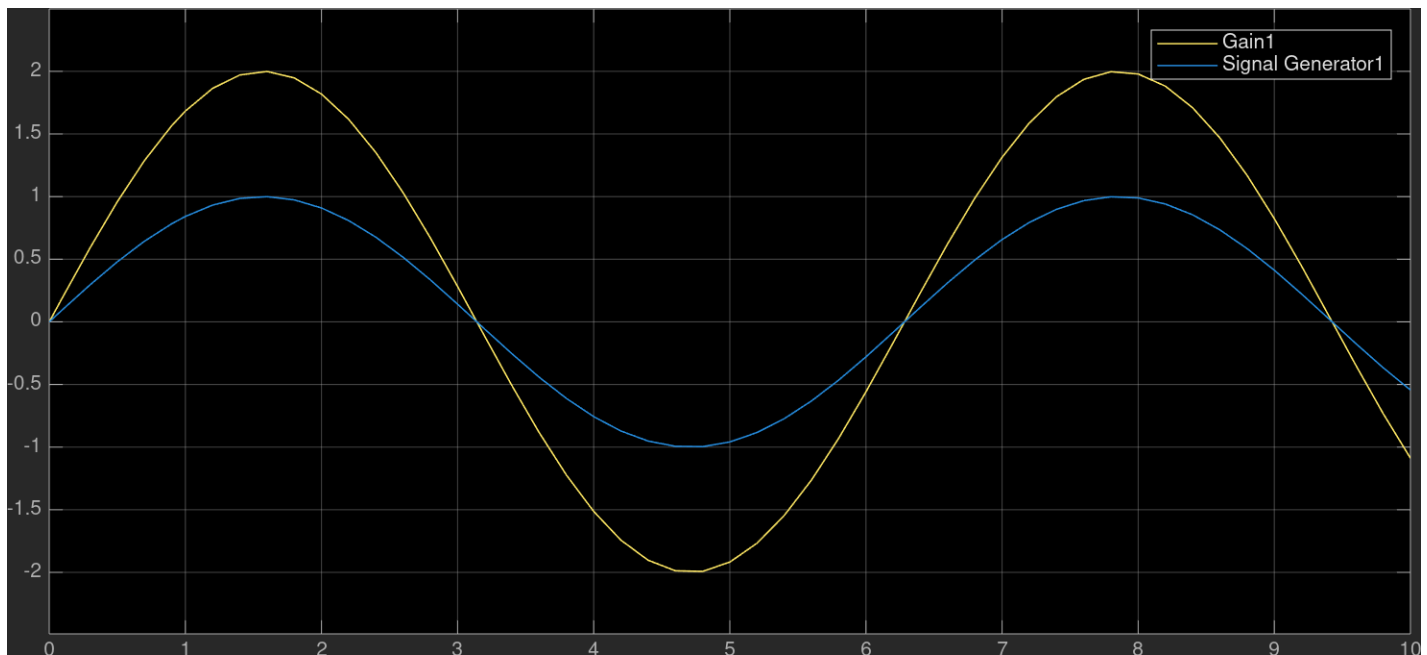


Rysunek 1: Model 1 - generator sygnału podłączony do dwóch osobnych oscyloskopów, przy czym na jednym zastosowano wzmocnienie $\text{Gain} = 2$

Model 2

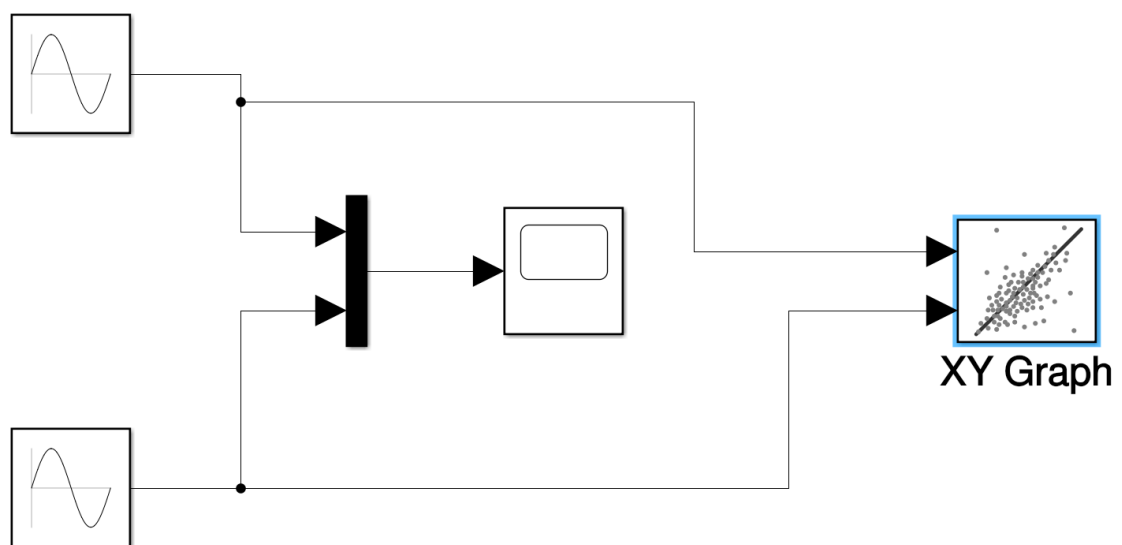


Rysunek 2: Model 2 - generator sygnału podłączony do jednego oscyloskopów, przy czym na jednym zastosowano wzmocnienie $\text{Gain} = 2$

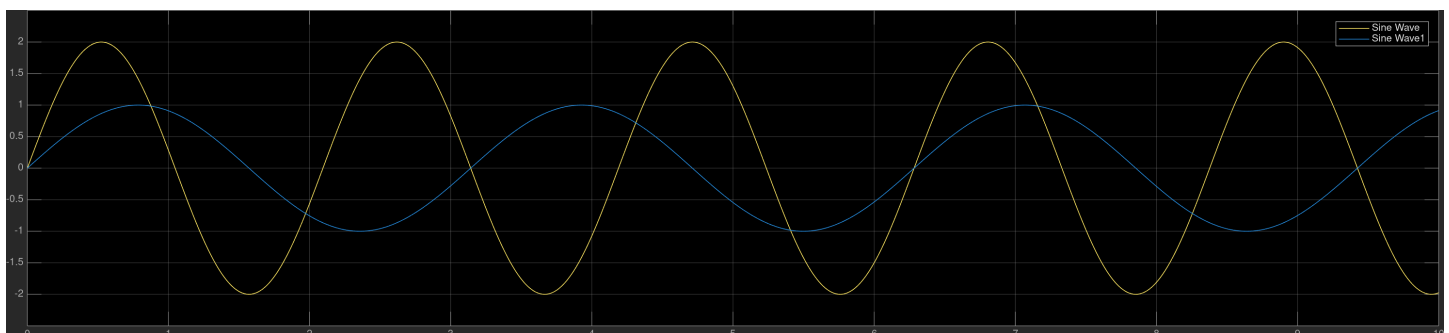


Rysunek 3: Sygnał wygenerowany przez Model 2

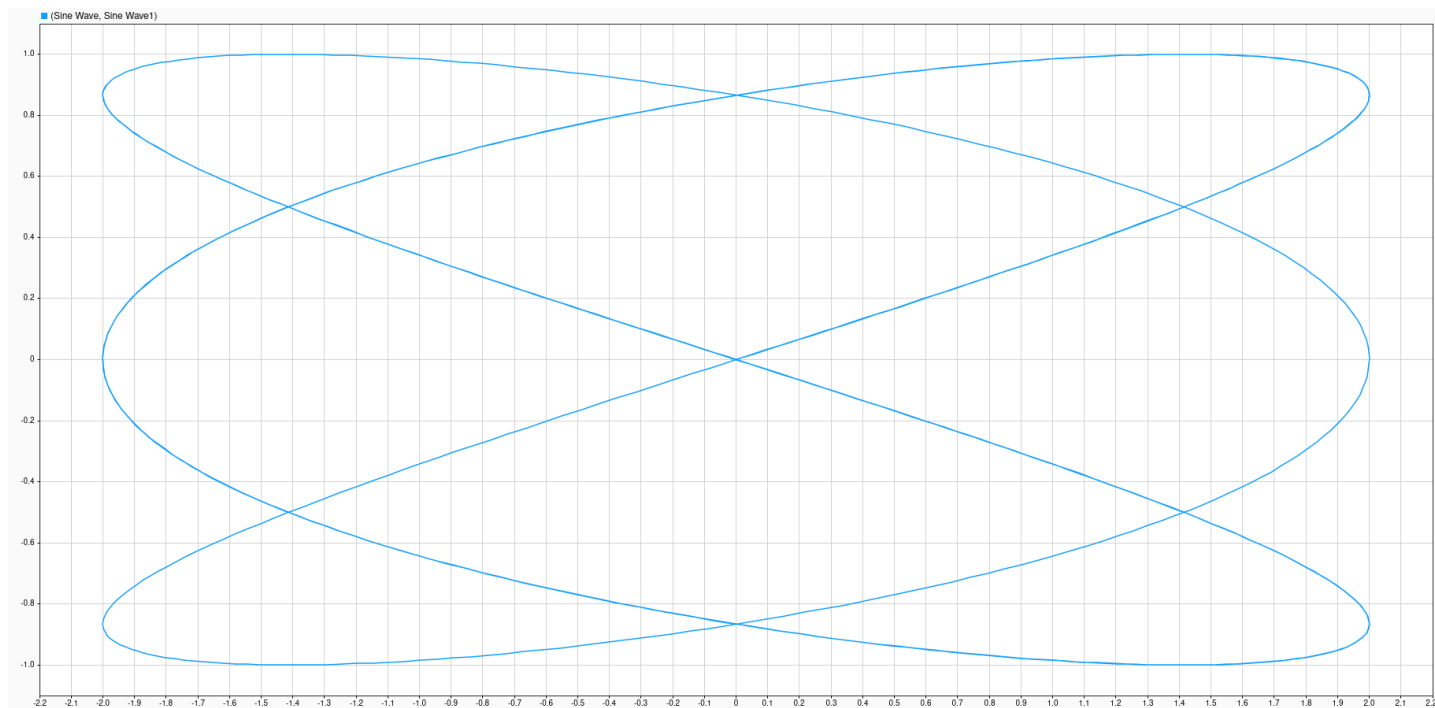
Model 3



Rysunek 4: Model 3 - układ do generowania krzywych Lissajous'a

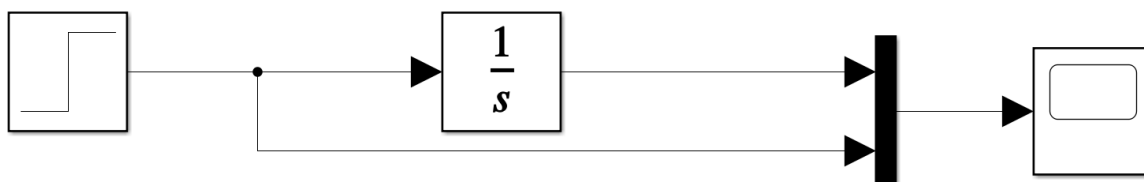


Rysunek 5: Wykres wygenerowanych przebiegów sinusoidalnych o różnych częstotliwościach

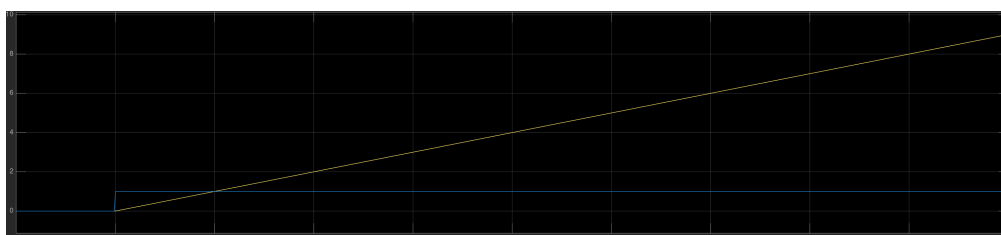


Rysunek 6: Odpowiadająca wyżej przedstawionym sinusoidom krzywa Lissajous'a

Model 4



Rysunek 7: Model opisujący odpowiedź skokową członu całkującego



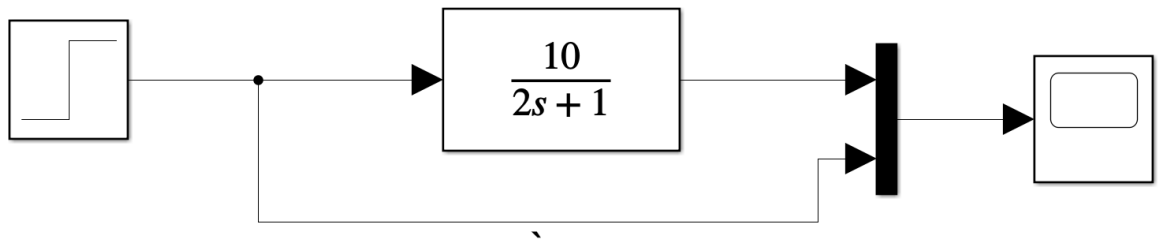
Rysunek 8: Odpowiedź skokowa obiektu całkującego

3 Obiekt inercyjny II rzędu

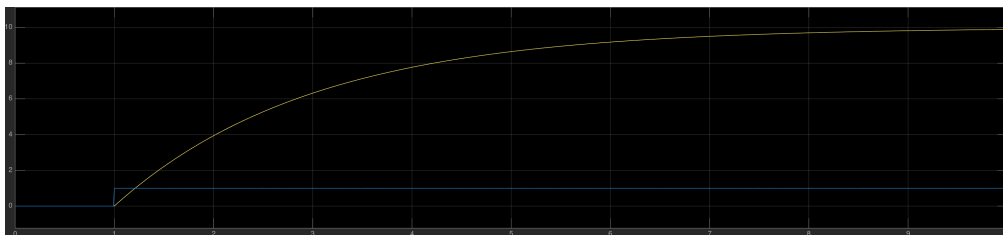
Kolejnym etapem zajęć było zapoznanie się z różnymi sposobami modelowania obiektów, na przykładzie modelu obiektu inercyjnego II rzędu w postaci masy na sprężynie. Model ten opisuje następujące równanie:

$$m\ddot{x} + kx = 0 \quad (1)$$

Model 5

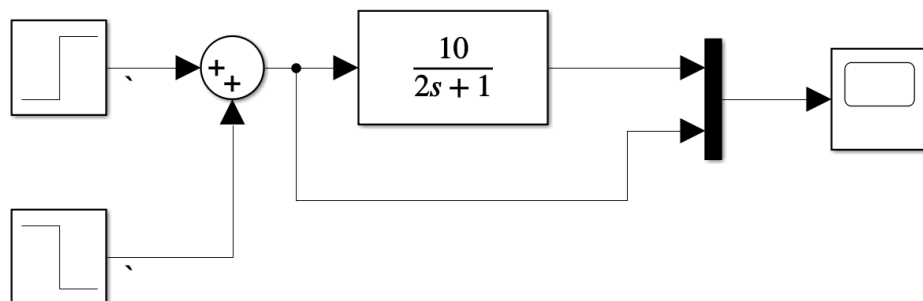


Rysunek 9: Model opisujący odpowiedź skokową członu inercyjnego I rzędu

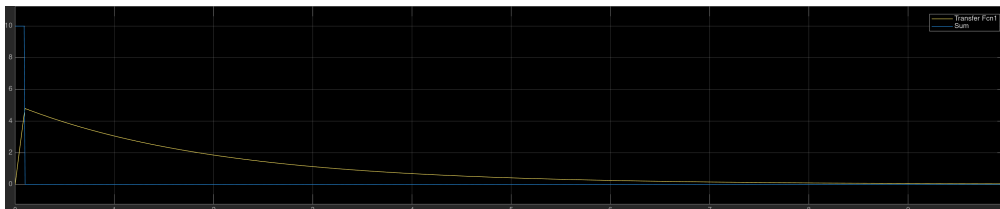


Rysunek 10: Odpowiedź skokowa członu inercyjnego I rzędu

Model 6



Rysunek 11: Model opisujący odpowiedź impulsową członu inercyjnego I rzędu



Rysunek 12: Odpowiedź impulsowa członu inercyjnego I rzędu

Dla każdego sposobu rozważono również sytuację, zawierającą zewnętrzne wymuszenie, którą można opisać następująco:

$$m\ddot{x} + kx = F \quad (2)$$

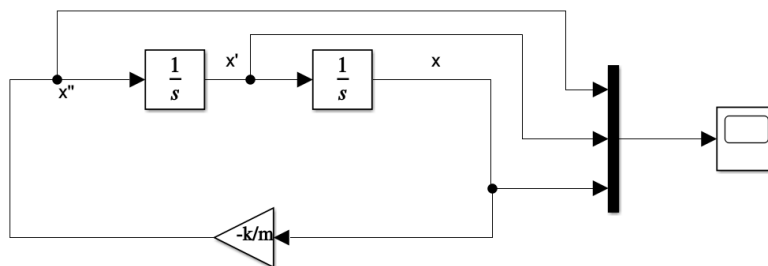
W celu otrzymania wykresów reprezentujących zjawisko zdecydowano się na przyjęcie następujących danych wejściowych:

- $F = 1 [N]$
- $x_0 = 0.1 [m]$
- $k = 6 [N/m]$
- $m = 14 [kg]$

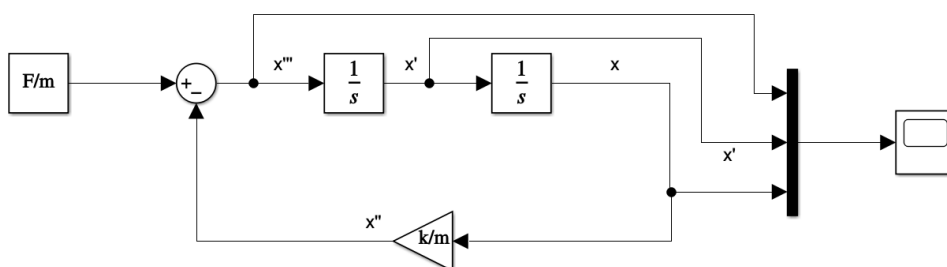
Ten sam układ zamodelowano na cztery różne sposoby, a układy blokowe ukazujące ich reprezentację pokazano poniżej:

Sposób 1

a) bez wymuszenia



b) z wymuszeniem



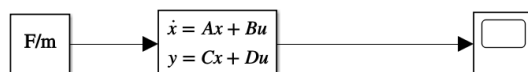
Rysunek 13: Klasyczna wersja z dwoma integratorami.

Sposób 2 – w przestrzeni stanów

a) bez wymuszenia



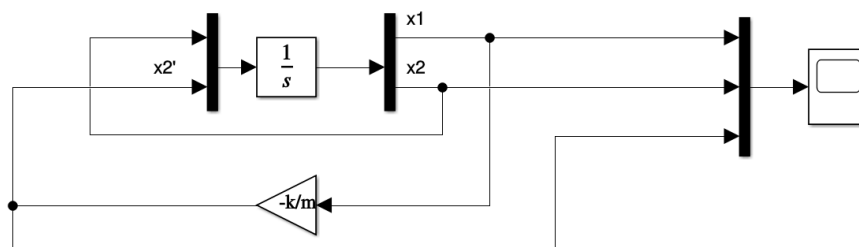
b) z wymuszeniem



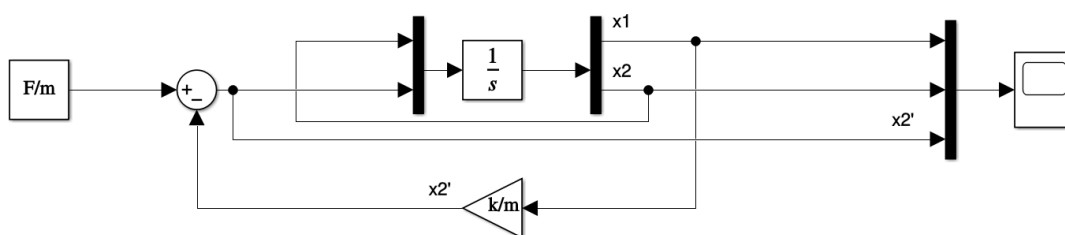
Rysunek 14: Skorzystanie z przestrzeni stanów.

Sposób 3 – z jednym integratorem

a) bez wymuszenia



b) z wymuszeniem

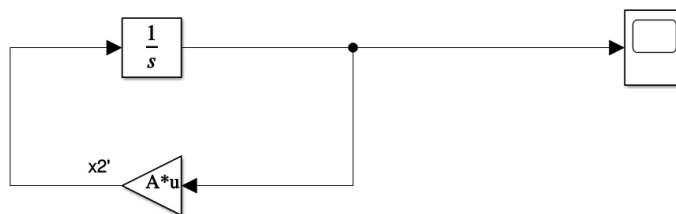


Rysunek 15: Wykorzystanie tylko jednego integratora i multipleksa.

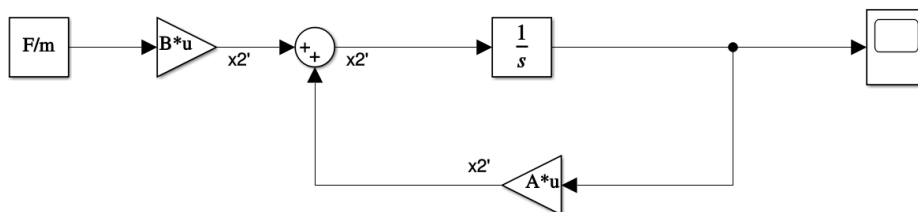
Jak się zakładało wszystkie cztery sposoby zwracają te same wyniki na oscyloskopie ze zgodnością do różnych nazw na różnych modelach. Poniżej na Rysunku 17 przedstawiono wykresy dla obiektu a) bez wymuszenia i b) z wymuszeniem.

Sposób 4 – z jednym integratorem i operacjami macierzowymi

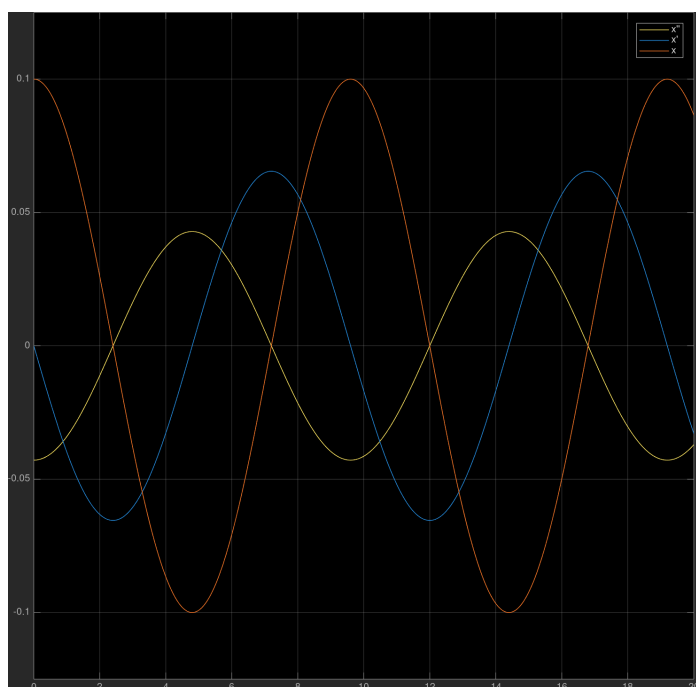
a) bez wymuszenia



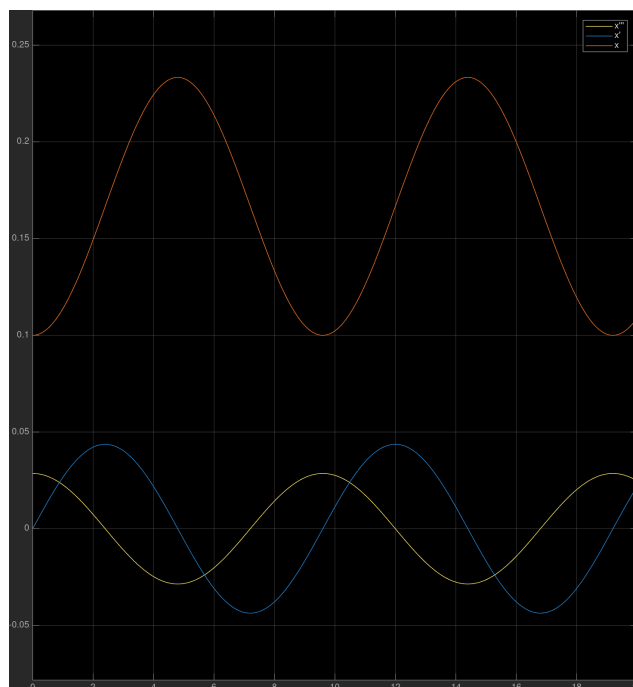
b) z wymuszeniem



Rysunek 16: Wykorzystanie tylko jednego integratora i operacji macierzowych.



(a) Odpowiedź obiektu inercyjnego drugiego rzędu bez wymuszenia

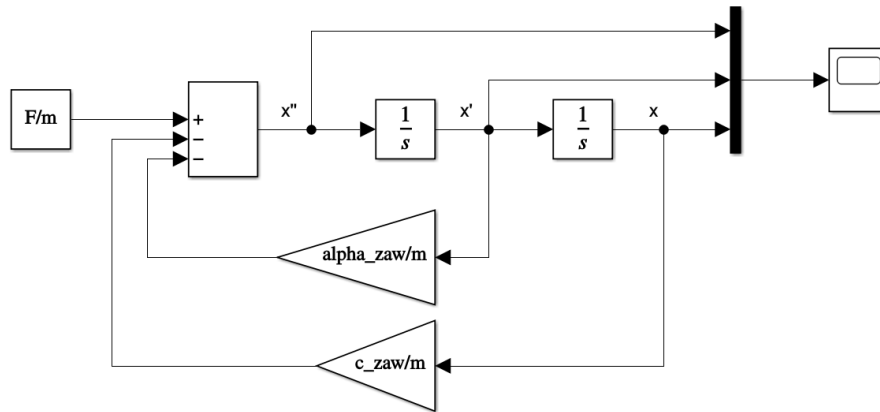


(b) Odpowiedź obiektu inercyjnego drugiego rzędu z wymuszeniem

Rysunek 17: Wykresy przedstawiające wartości kolejnych pochodnych położenia masy na sprężynie

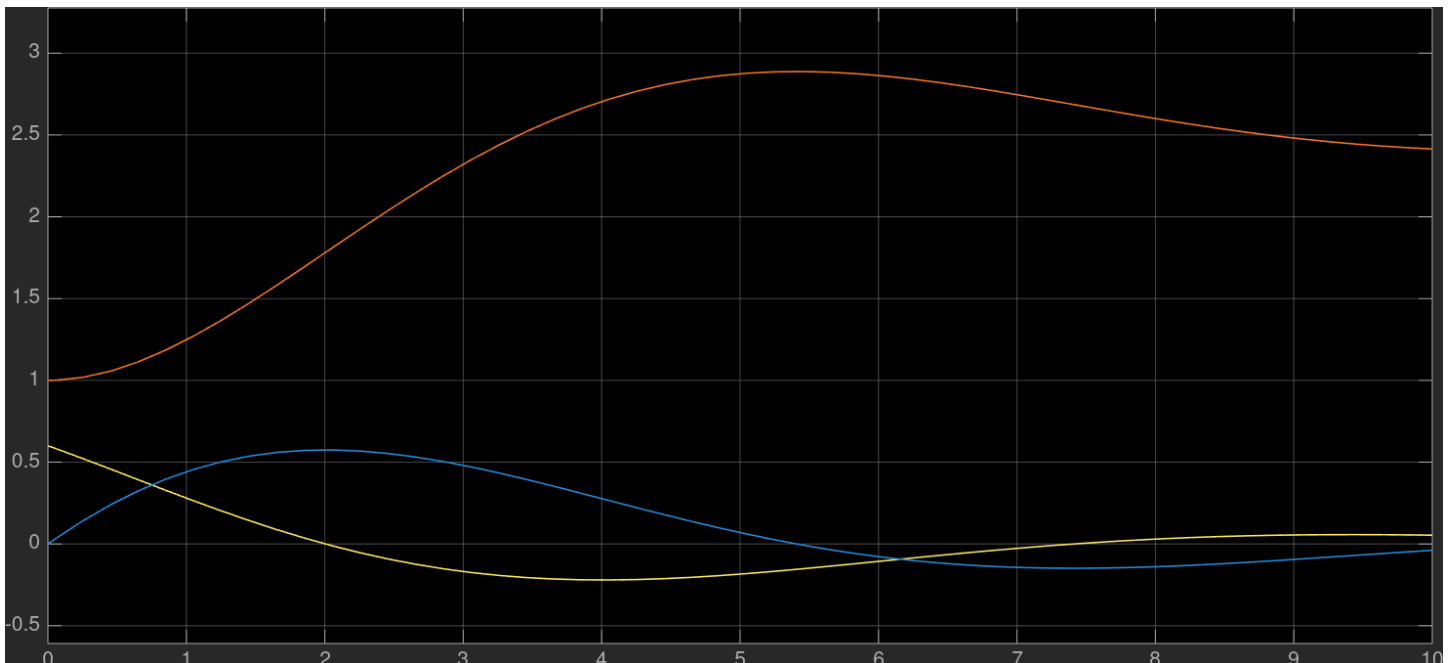
4 Model zawieszenia samochodu

Ostatnim etapem ćwiczenia było zamodelowanie w środowisku Simulink zawieszenia, którym zajmowaliśmy się na laboratorium dotyczącym układów liniowych niezmienniczych w czasie w Matlabie. W tym celu zbudowano następujący schemat blokowy:



Rysunek 18: Model blokowy zawieszenia zbudowany przy pomocy dwóch integratorów

Po zainicjalizowaniu zmiennych $\alpha = 500$, $c = 400$, $m = 1000$, $F = 1000$, $x_0 = 1$ otrzymano następujący wykres:



Rysunek 19: Wykresy otrzymane dla zbudowanego modelu zawieszenia

Jak się spodziewano wyniki odpowiadają tym przeprowadzonym na wcześniejszych zajęciach laboratoryjnych.

5 Wnioski

Na laboratorium zapoznano się z podstawami korzystania z oprogramowania Simulink. W ramach zajęć wykonano proste modele dynamiczne ukazujące możliwości tego oprogramowania. Zajęcia pokazały mi inne rozwiązania do modelowania układów inercyjnych II rzędu niż korzystanie z dwóch integratorów. Pokazuje to uniwersalność środowiska, które pozwala na wiele równoważnych rozwiązań na drodze do uzyskania określonego wyniku. W trakcie tworzenia modeli zasygnalizowała się także jedna z potencjalnych wady oprogramowania Simulink, czyli szukanie popełnionych błędów, które sprowadza się do sprawdzenia wszystkich potencjalnych bloków. Może to być bardzo uciążliwe, przy bardziej skomplikowanych układach, niż te, z którymi mieliśmy dotychczas do czynienia.