

## **Sprawozdanie 1**

### **Laboratorium: Symulacja i przetwarzanie danych**

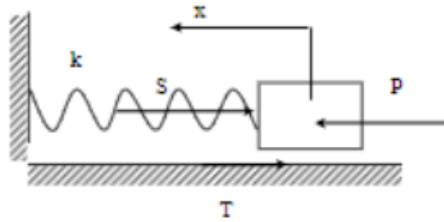
**Temat:** Badanie symulacyjne modelu ruchu suwaka ze sprężyną.



**Wykonał:**

#### **1. Opis badanego obiektu**

Przedmiotem badań jest suwak na prowadnicy ze sprężyną, a analizie poddajemy proces jego ruchu w prowadnicach.



Suwak o danej masie jest połączony do obudowy za pomocą ściskanej sprężyny o określonej sztywności  $k$ , który wywiera na suwak siłę  $S$  i jest pobudzany jest znaną siłą poosiową  $P$ . Sprężynę przyjmujemy jako idealną (nieważką i bez histerezy).

Tarcie suche występuje między stykającymi się powierzchniami oraz współczynnik tarcia suchego  $\mu$  ma inną wartość w spoczynku inną w ruchu tzn. inne wartości współczynników tarcia kinetycznego i statycznego. Siła oporu powietrza jest wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości suwaka.

Podczas ruchu suwaka (w stanach nieustalonych tj. przy zmiennej prędkości) w kierunku jego ruchu działają na niego następujące siły:

- Siła wypadkowa  $P-S$  z sił zewnętrznych: wymuszającej  $P$  i siły sprężyny  $S$
- Siła bezwładności  $A$
- Siła tarcia suchego  $T$
- Siła oporu powietrza  $O$

## 2. Cel symulacji

Celem symulacji jest zapoznanie się z zasadą modelowania i elementami komputerowej symulacji procesów dynamicznych oraz wpływu zmiany danych wejściowych na zachowanie modelu.

## 3. Zakres modelowanego obiektu.

Zakładamy występowania tarcia suchego między stykającymi się powierzchniami oraz różne wartości współczynnika tarcia statycznego i kinematycznego. Ponadto zakładamy, że siła oporu powietrza jest proporcjonalną do kwadratu prędkości. Do utworzenia modelu matematycznego wykorzystamy drugą zasadę dynamiki Newtona:

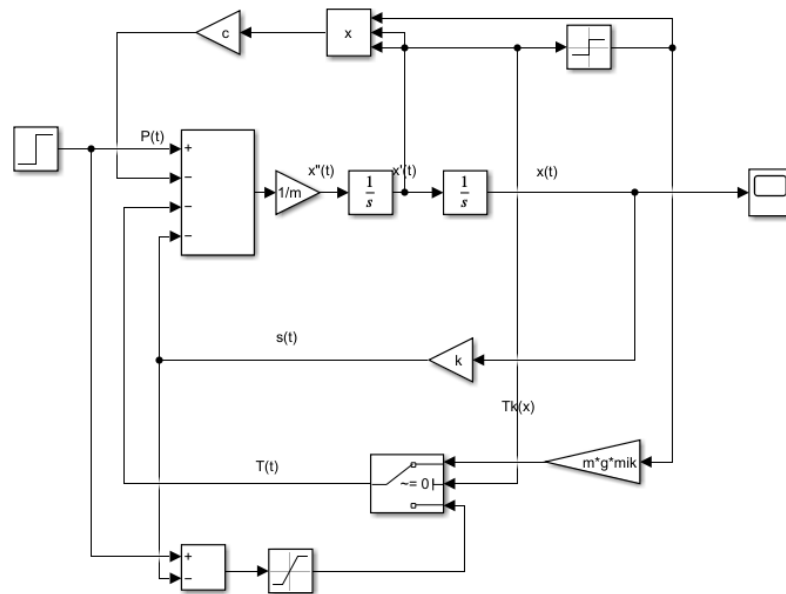
$$-m\ddot{x} + P(t) - S(t) - T(t) - O(t) = 0$$

$$-m\ddot{x} + P(t) - kx(t) - T(t) - c(\dot{x})^2 \text{sign}[\dot{x}(t)] = 0$$

#### 4. Dane wejściowe i wyjściowe

Dane	Symbol w modelu matematycznym	Symbol w modelu komputerowym	Jednostka	Wartość
Masa	m	m	kg	1
Opór ruchu	c	c	-	0,01
Siła wymuszająca	P	P	N	10
Sztywność	k	k	$\frac{N}{mm}$	10
Współczynnik tarcia spoczynkowego	$\mu_{sp}$	mis	-	0,3
Współczynnik tarcia kinetycznego	$\mu_k$	mik	-	0,1
Ziemskie przyspieszenie grawitacyjne	g	<i>g</i>	$\frac{m}{s^2}$	9,81

## 5. Model symulacyjny



## 6. Opis procesów elementarnych w obiekcie

W trakcie symulacji zmienialiśmy takie parametry jak  $k$  i  $m$ , które są wartościami sztywności i masy.

## 7. Model matematyczny

Równanie ruchu suwaka w funkcji rozwiniętej:

$$\ddot{x} = \frac{1}{m} [P(t) - S(t) - T(t) - O(t)]$$

Siła tarcia suchego rozdzielona na tarcie kinetyczne i spoczynkowe odpowiednio dla przypadku ruchu i bezruchu suwaka:

$$T(t) = \begin{cases} T_{sp} & \text{dla } \dot{x} = 0 \\ T_k & \text{dla } \dot{x} \neq 0 \end{cases}$$

$$T_{sp} = P(t) - S(t), \text{ dla } |P(t) - S(t)| \leq \mu_{sp} mg$$

$$T_k = \mu_k mg \cdot \text{sign}(\dot{x})$$

Siła oporu powietrza  $O(t)$

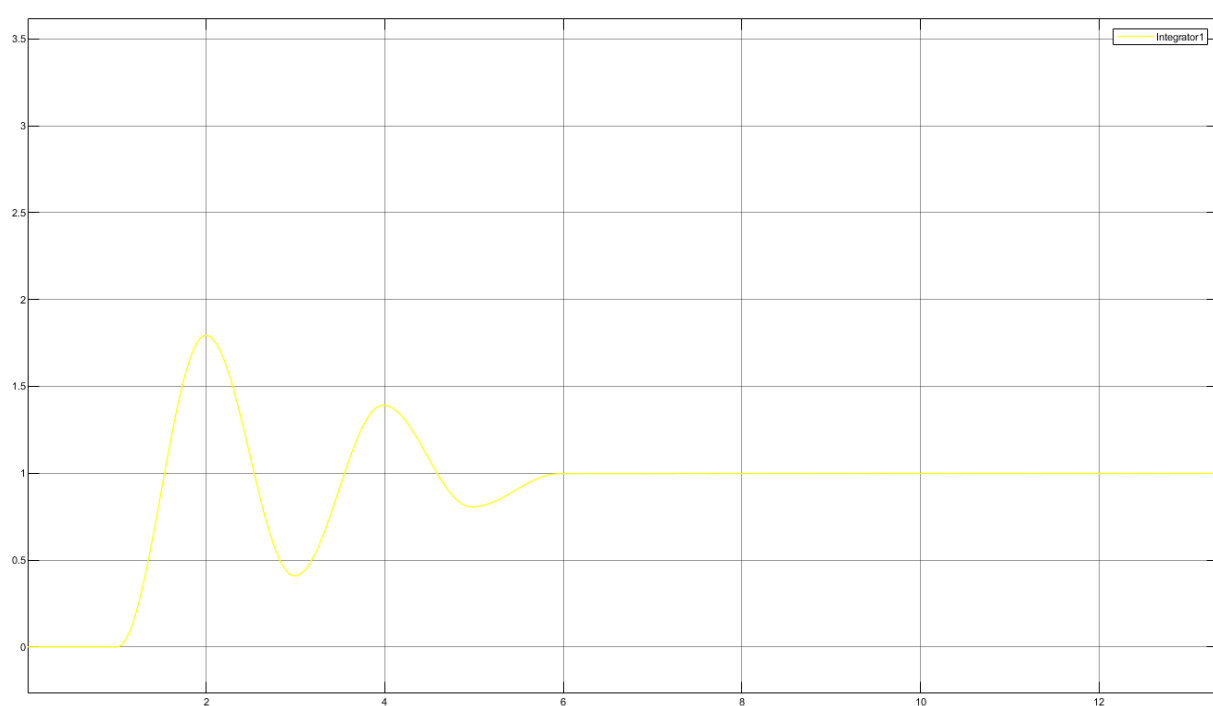
$$c(\dot{x})^2 * \text{sign}[x(t)]$$

$S(t)$ :

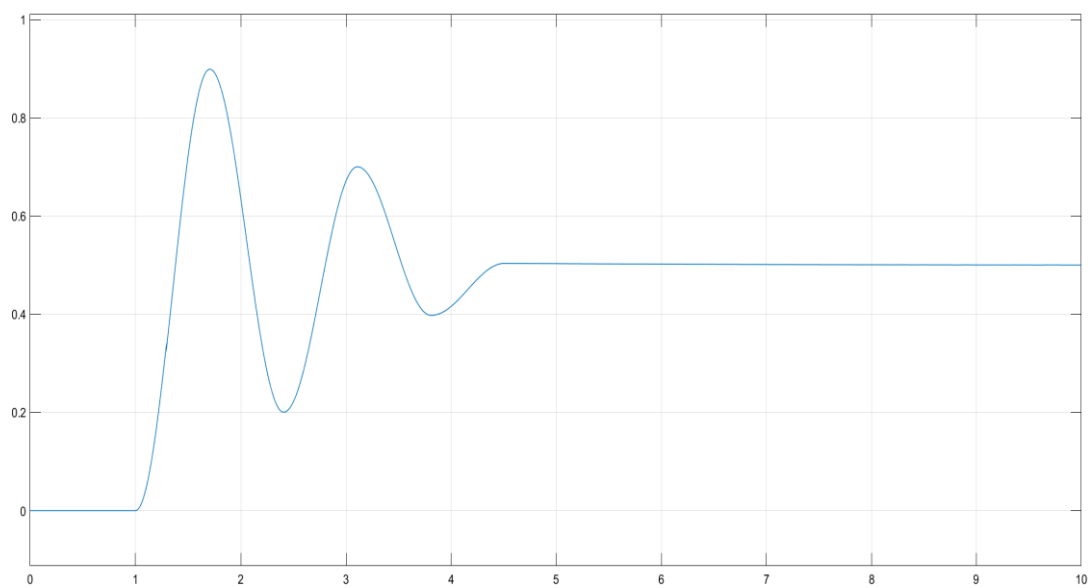
$$k * x(t)$$

## 8. Wyniki symulacji

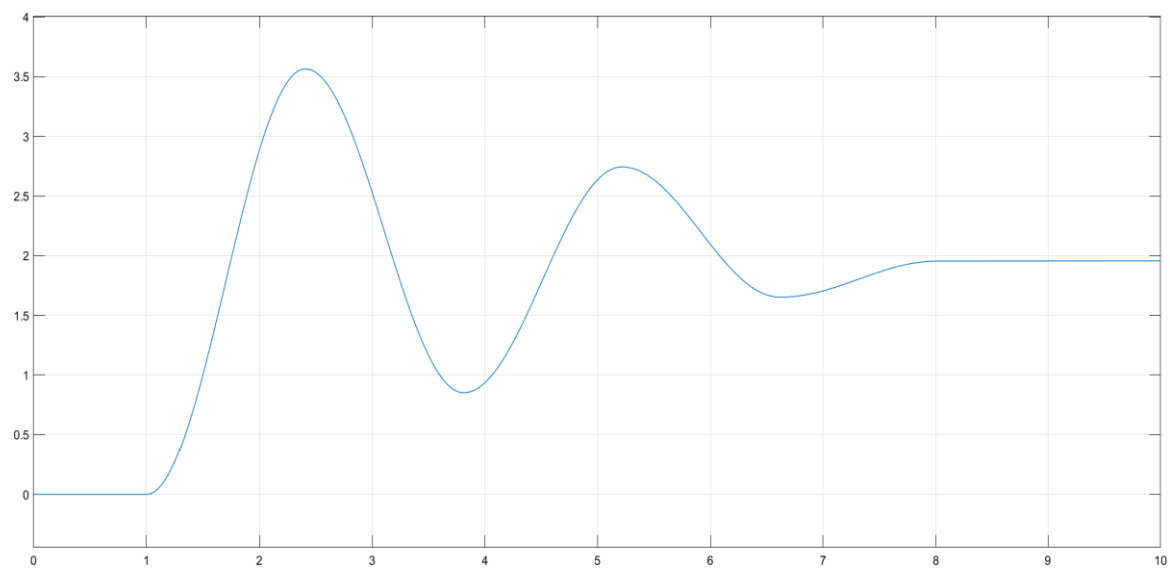
**1. Wykres wykonany na podstawie wyjściowych danych ćwiczenia.**



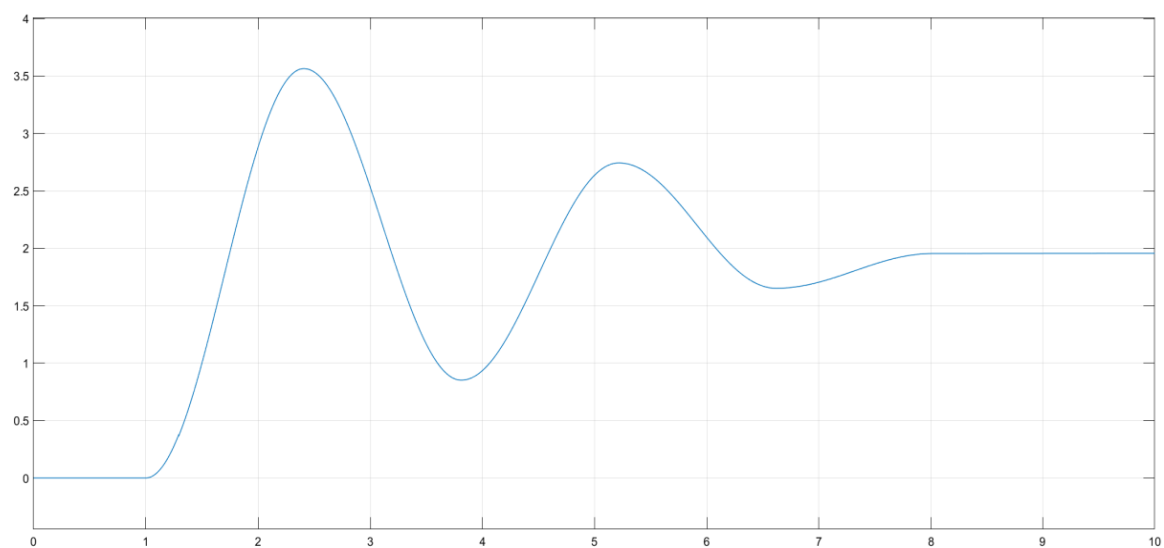
**2. Wykres wykonany po zmianie jednego parametru. W tym przypadku zmieniona została wartość  $k=20$  (N/mm).**



**3. Wykres po zmianie parametru  $k$ .  $k=5$  (N/mm).**

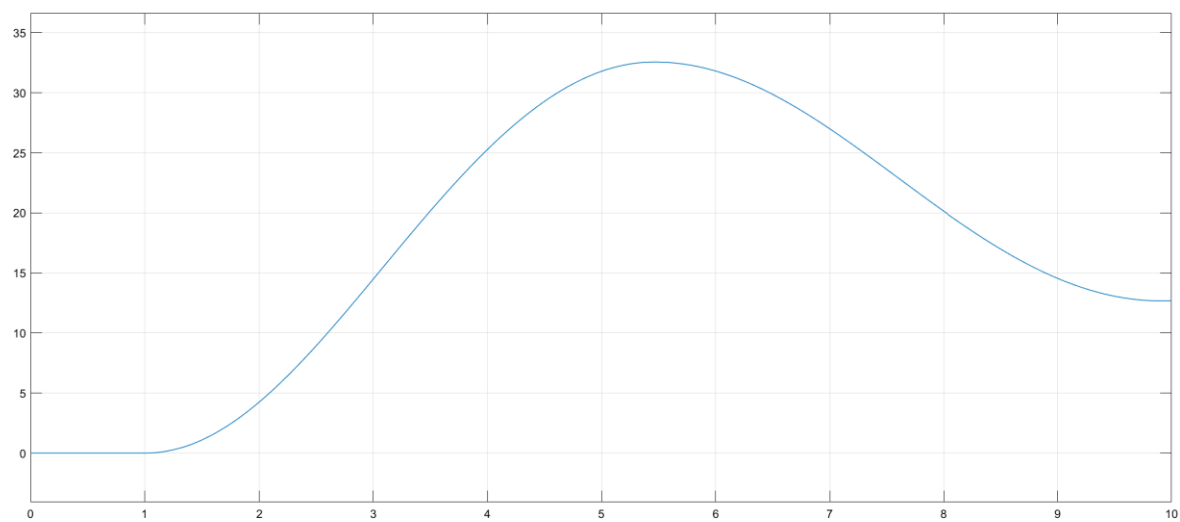


**4. Wykres wykonany po zmianie parametru masy  $m=5$  (kg).**



**5. Wykres wykonany**

**po zmianie parametru  $m$ .  $m=0,5$  (kg).**



## 9. Wnioski