





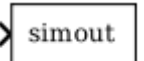




**Laboratorium Metod Obliczeniowych**  
Wydział Elektrotechniki Automatyki i Informatyki  
Politechnika Świętokrzyska

|   |  |
|---|--|
| Studia: <b>Stacjonarne I stopnia</b>    | Kierunek: <b>Informatyka</b>                                   |
| Data wykonania: <b>08.01.2018</b>       | Grupa: <b>3ID13B</b>   |
| Imię i nazwisko: <b>Bartłomiej Osak</b> |  |
| Numer ćwiczenia:<br><br><b>11</b>       | Temat ćwiczenia:<br><br><b>Równania różniczkowe - Simulink</b> |

## 1. Wstęp teoretyczny.

**Simulink** jest rozszerzeniem pakietu MATLAB – przy pomocy graficznego środowiska możemy konstruować diagramy czasowe, które reprezentują określone procesy dynamiczne. W języku symulacyjnym Simulink wykorzystuje się najczęściej pliki Matlaba typu .m, służące do rozwiązywania układów równań różniczkowych, liniowych oraz nieliniowych. Zamiast pisać kod Matlaba opisujemy procesy w postaci połączonych bloków, wykorzystując odpowiednie komponenty, reprezentujące dane wejściowe, części układu oraz dane wyjściowe.

Stosowane komponenty w wykonanych układach:

|   |   |
|---|---|
| <br>Constant     | Wartość stała   |
| <br>Integrator   | Integrator  |
| <br>Scope        | Obserwacja sygnału (rezultat)                         |
| <br>Sine Wave    | Funkcja sinusoidalna (sinus)                          |
| <br>To Workspace | Zapisanie wyniku do zmiennej (wykorzystanie w Matlab) |
| <br>Gain       | Bramka mnożąca wejście przez wartość stałą            |
| <br>Product    | Blok mnożący lub dzielący                             |
| <br>Mux        | Multiplekser  |
| <br>Sum        | Sumator   |

**Równaniem różniczkowym** nazywamy równanie, w którym występuje związek funkcji niewiadomej i jej pochodnych. Rząd równania różniczkowego jest równy największemu rzędowi występujących w nim pochodnych. Równaniem różniczkowym zwyczajnym rzędu  $n$  nazywamy równanie postaci:

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$$

w którym niewiadomą jest funkcja:

$$y = y(x)$$

i w którym występuje pochodna rzędu  $n$  tej funkcji wraz z pochodnymi niższych rzędów, tzn:

$$y' = \frac{dy}{dx}, y'' = \frac{d^2y}{dx^2}, y''' = \frac{d^3y}{dx^3}, \dots, y^{(n)} = \frac{d^{(n)}y}{dx^{(n)}}$$

Rozwiązaniem lub całką równania różniczkowego w przedziale  $[a, b]$  nazywamy każdą funkcję zmiennej  $x$  wyrażoną w postaci jawnej:

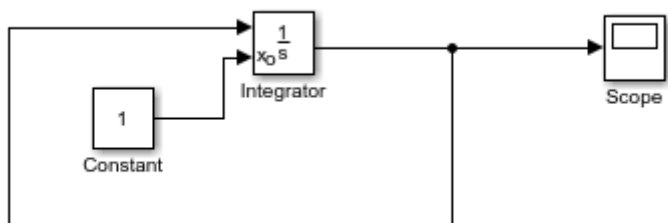
$$y = y(x)$$

lub w postaci uwikłanej:

$$h(x, y) = 0$$

## 2. Integrator z wartością inicjującą.

Model symulacyjny:



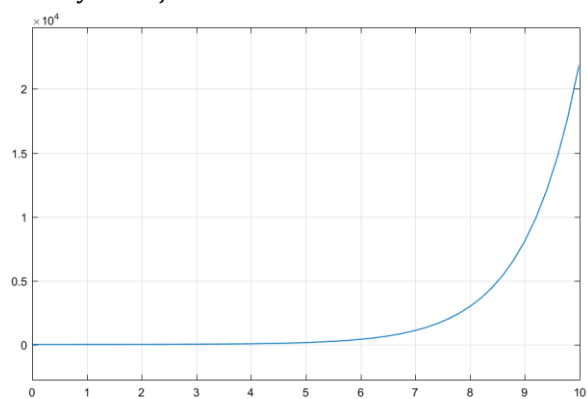
Konfiguracja:

- Constant → wartość inicjująca: 1
- Integrator → wartość inicjująca: z zewnątrz z bloku Constant

Rezultat:

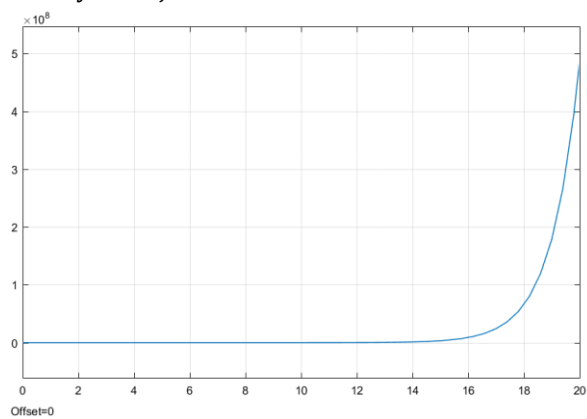
Integrator → wartość inicjująca: 1 (constant)

Czas symulacji: 10.0

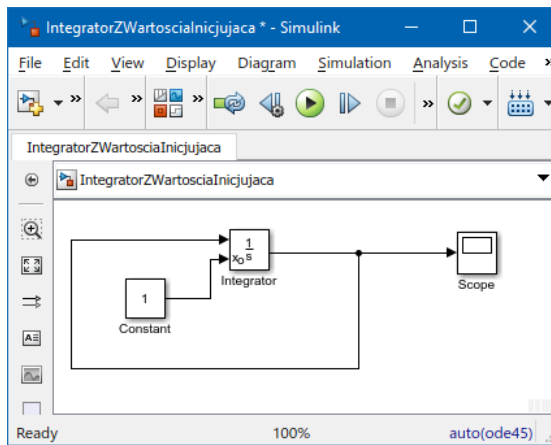
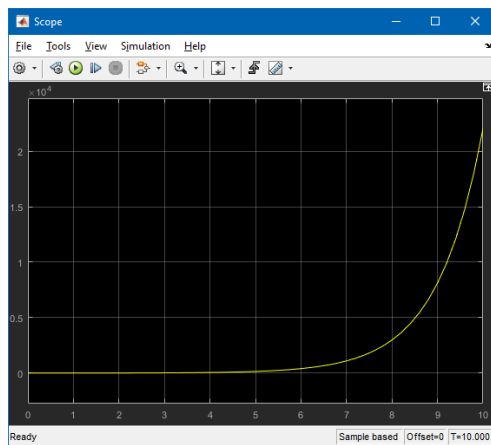


Integrator → wartość inicjująca: 1 (constant)

Czas symulacji: 20.0

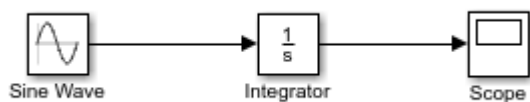


### Przykładowe zrzuty ekranu:



### 3. Sinusoida.

#### Model symulacyjny:



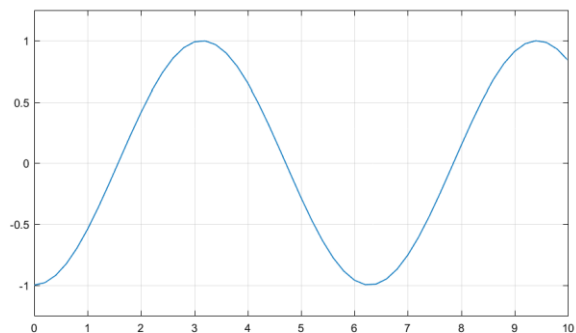
#### Konfiguracja:

- Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: -1

#### Rezultat:

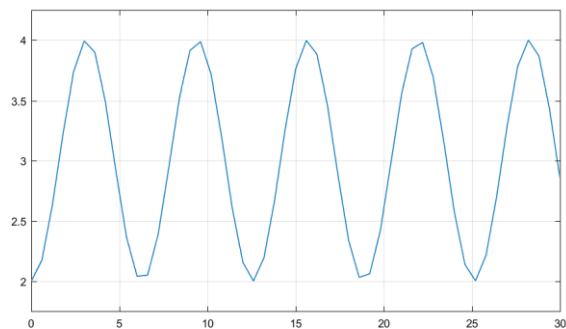
Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: -1

Czas symulacji: 10.0

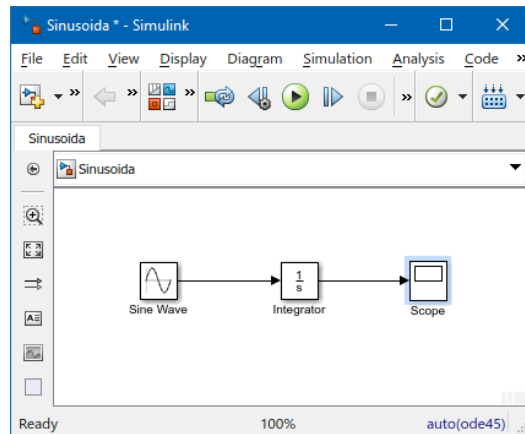
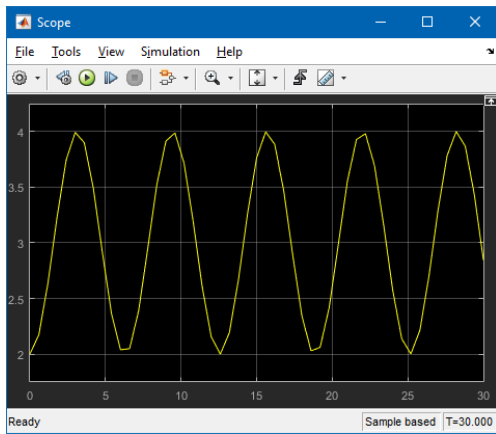


Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 2

Czas symulacji: 30.0



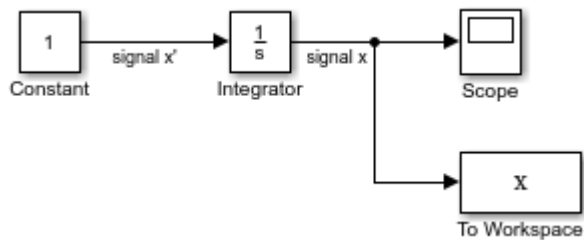
#### Przykładowe zrzuty ekranu:



#### 4. Proste równanie różniczkowe.

**Polecenie:** Mamy równanie różniczkowe postaci:  $\dot{x} = 1$ . Wiedząc, że rozwiązanie takiego równania to prosta  $x = t + C$  ( $C$  – stała) stworzyć model symulacyjny.

**Model symulacyjny:**



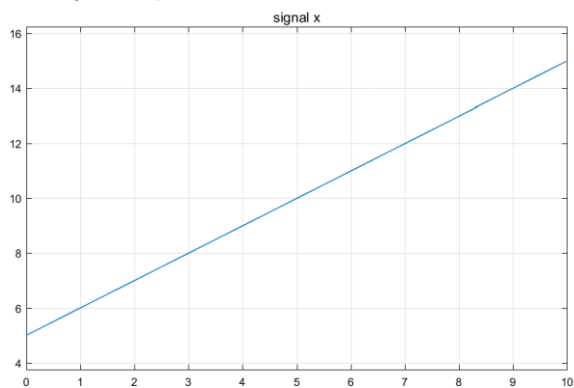
**Konfiguracja:**

- Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 5

**Rezultat – w Simulink:**

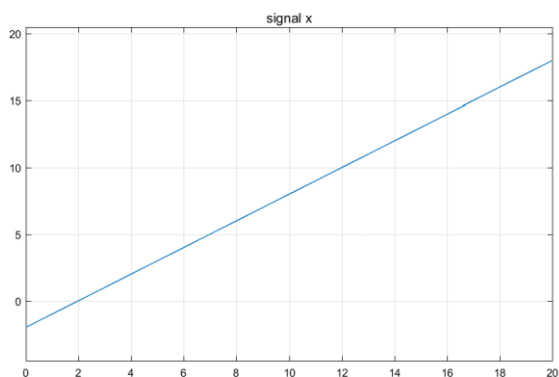
Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 5

Czas symulacji: 10.0



Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: -2

Czas symulacji: 20.0



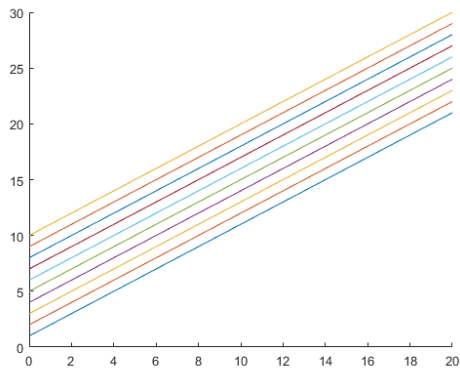
## Rezultat – w Matlab:

Warunkiem początkowym dla integratora jest zapis „war\_pocz”, który jest wykorzystywany w skrypcie matlaba.

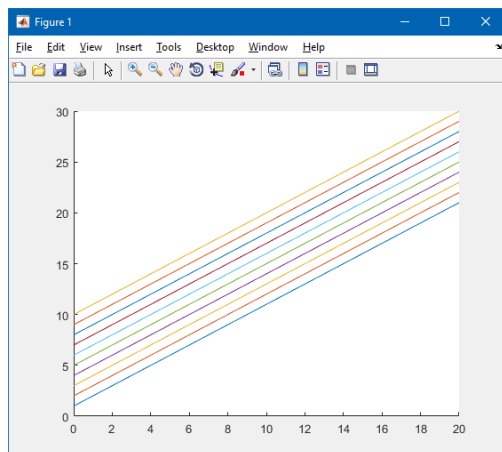
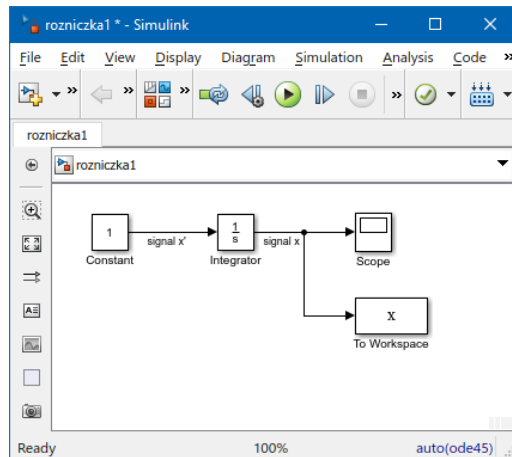
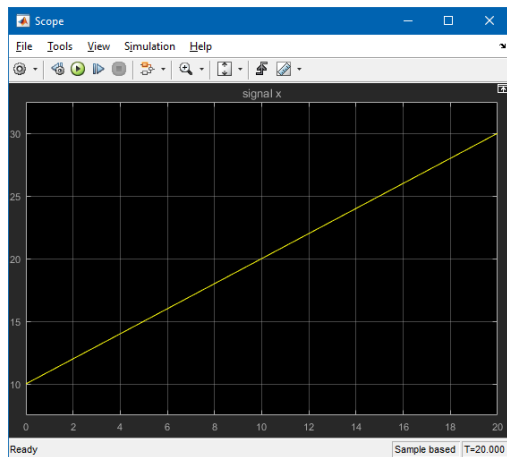
### Kod skryptu:

```
figure;  
hold on;  
for i=1:10  
    war_pocz = i;  
    sim('rozniczka1');  
    plot(tout,x);  
end
```

### Rezultat:



## Przykładowe zrzuty ekranu:



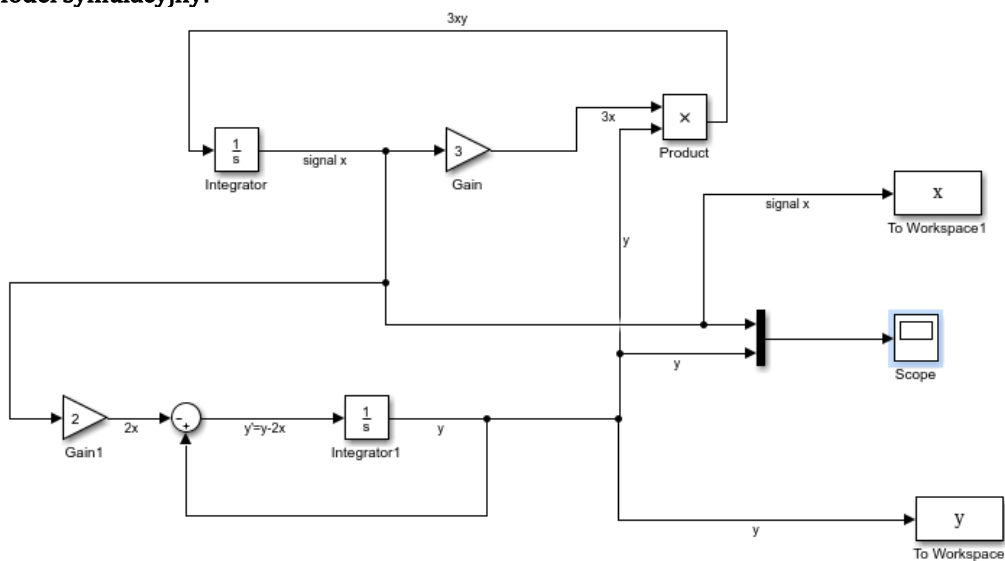
## 5. Układ prostych równań różniczkowych.

**Polecenie:** Dany jest układ dwóch równań różniczkowych:

$$\begin{cases} \dot{x} = 3xy \\ \dot{y} = y - 2x \end{cases}$$

Wykonać odpowiedni model symulacyjny.

**Model symulacyjny:**



**Konfiguracja:**

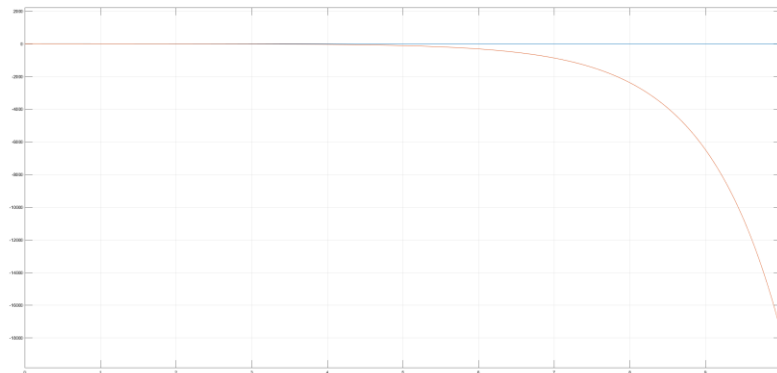
- Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 1
- Integrator1 → wartość inicjująca wewnętrzna: 1

**Rezultat – w Simulink:**

Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 1

Integrator1 → wartość inicjująca wewnętrzna: 1

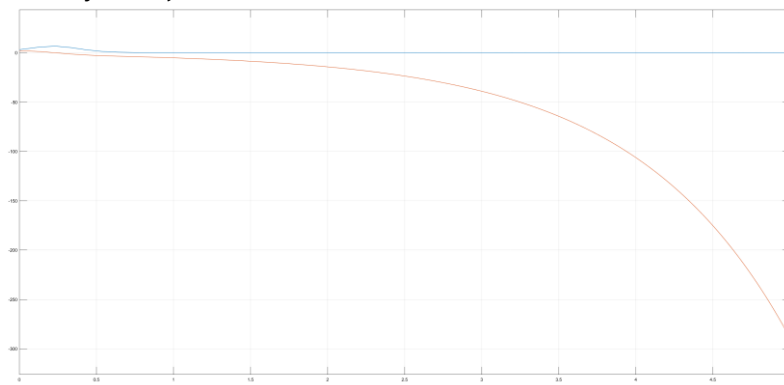
Czas symulacji: 10.0



Integrator → wartość inicjująca wewnętrzna: 3

Integrator1 → wartość inicjująca wewnętrzna: 2

Czas symulacji: 5.0



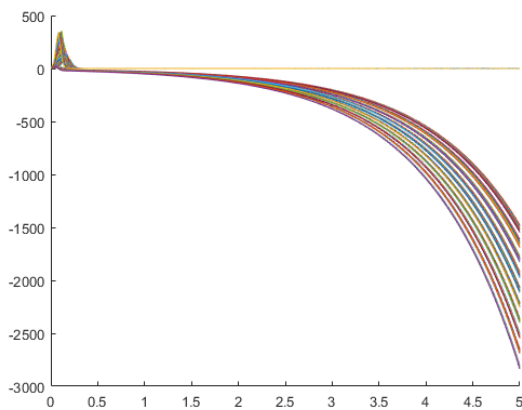
## Rezultat – w Matlab:

Warunkiem początkowym dla integratora jest zapis „war\_pocz”, a dla integratora1 „war\_pocz1”.

### Kod skryptu:

```
figure;  
hold on;  
for i=1:10  
    for j=11:20  
        war_pocz = i;  
        war_pocz1 = j;  
        sim('rozniczka2');  
        plot(tout,x,tout,y);  
    end  
end
```

### Rezultat:



### Przykładowe zrzuty ekranu:

