Symulacje w Simulink

AUTOR

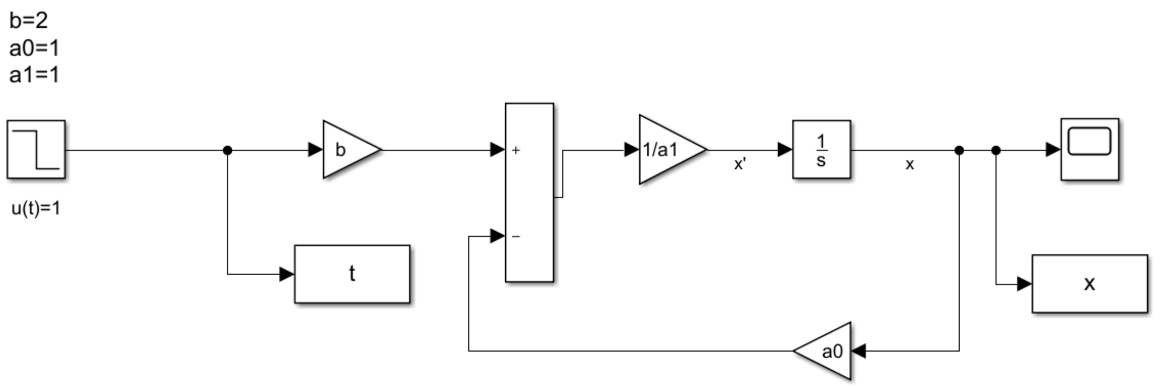
1 Cel ćwiczenia.

Nauka rozwiązywania równań różniczkowych przy pomocy modułu Simulink w programie Matlab.

2 Schemat blokowy Simulink.

Równianie dla schematu:

$$a_1\dot{x}(t) + a_0x(t) = bu(t) \Rightarrow \dot{x}(t) = \frac{1}{a_1}(-a_0x(t) + bu(t))$$



3 Rozwiązanie - stałe wymuszenie, różne warunki początkowe

Równanie:

$$a_1\dot{x}(t) + a_0x(t) = bu(t)$$

$$u(t) = 1$$
$$a_0 = 1$$
$$a_1 = 1$$
$$b = 2$$

Rozwiązanie analityczne:

$$\dot{x}(t) + x(t) = 2u(t)$$

Rozwiązanie swobodne:

$$\dot{x}_s(t) + x_s(t) = 0$$

$$x_s(t) = Ae^{\lambda t},\ \dot{x}_s(t) = \lambda Ae^{\lambda t}$$

$$\lambda Ae^{\lambda t} + Ae^{\lambda t} = 0/ : Ae^{\lambda t}$$

$$\lambda + 1 = 0 \Rightarrow \lambda = -1$$

$$x_s(t) = Ae^{-t} - \text{rozwiązanie swobodne}$$

Rozwiązanie wymuszone:

$$\dot{x}_w(t) + x_w(t) = 2 \cdot 1$$

$$u(t) = 1,\ \dot{u}(t) = 0$$

$$x_w(t) = C_1 \cdot 1 + C_2 \cdot 0$$

$$x_w(t) = C_1,\ \dot{x}_w(t) = 0$$

$$C_1 = 2 \Rightarrow x_w(t) = 2 - \text{rozwiązanie wymuszone}$$

Rozwiązanie ogólne:

$$x(t) = x_s(t) + x_w(t) = Ae^{-t} + 2$$

a) Warunek początkowy $\dot{x}(0) = 0$

Rozwiązanie analityczne:

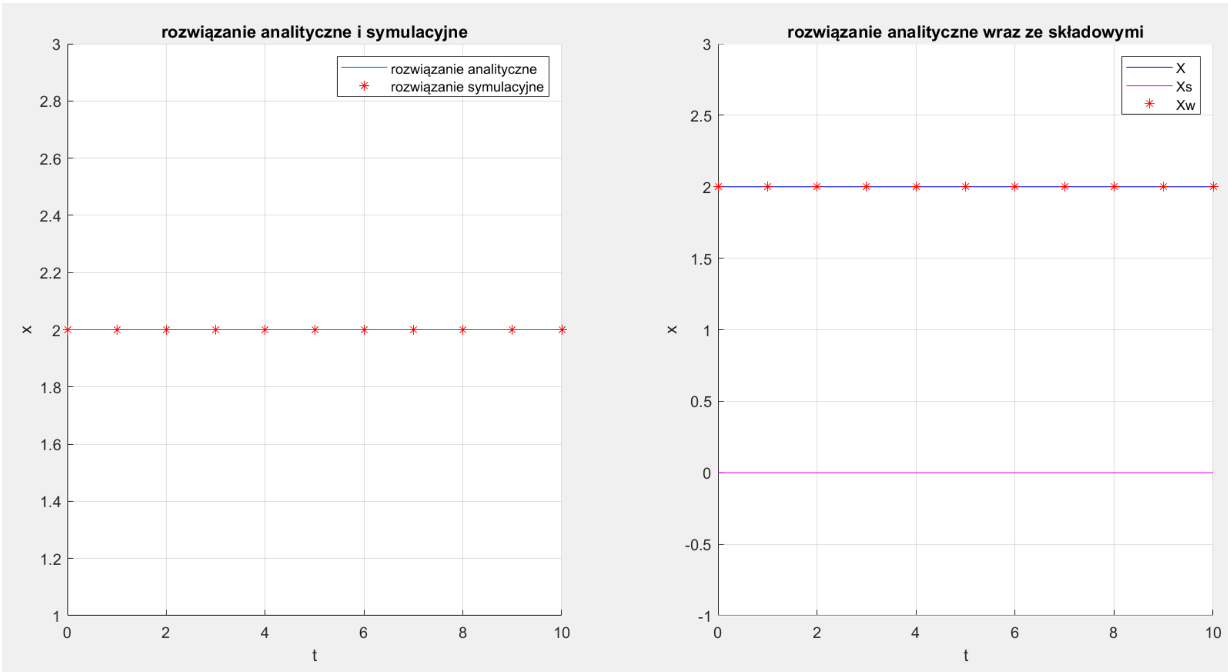
$$x(t) = Ae^{-t} + 2 \Rightarrow \dot{x}(t) = -Ae^{-t}$$

$$\dot{x}(0) = -A = 0 \Rightarrow A = 0$$

$$x(t) = 2 - \text{rozwiązanie szczególne}$$

$$x_s(t) = 0,\ x_w(t) = 2$$

Warunek początkowy $\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow x(t) = 2 \Rightarrow x(0) = 2$
Wykres dla rozwiązania analitycznego i symulacyjengo oraz wykres dla rozwiązania analitycznego wraz z składowymi:



b) Warunek początkowy $\dot{x}(0) = 4$
Rozwiązanie analityczne i jego wykres wraz z wykresem składowych rozwiązania:

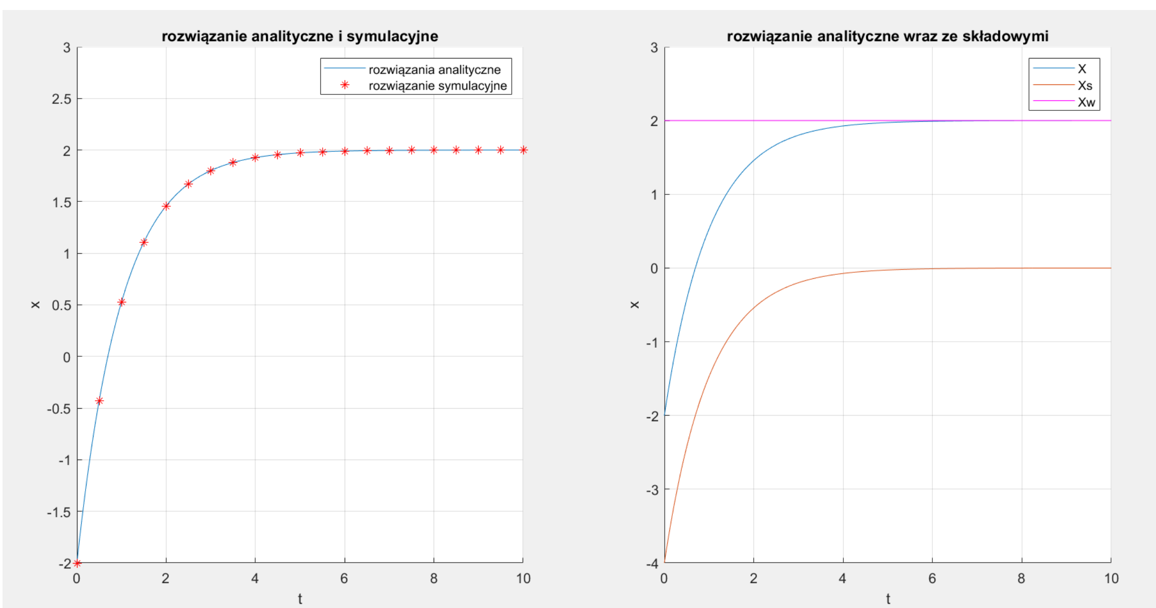
$$x(t) = Ae^{-t} + 2 \Rightarrow \dot{x}(t) = -Ae^{-t}$$

$$\dot{x}(0) = -A = 4 \Rightarrow A = -4$$

$$x(t) = -4e^{-t} + 2 - \text{rozwiązanie szczególne}$$

$$x_s(t) = -4e^{-t},\ x_w(t) = 2$$

Warunek początkowy $\dot{x}(0) = 4 \Rightarrow x(0) = -4e^0 + 2 = -2 \Rightarrow x(0) = -2$ Wykres dla rozwiązania analitycznego i symulacyjengo oraz wykres dla rozwiązania analitycznego wraz z składowymi:



c) Warunek początkowy $x(0) = 0$

Rozwiązanie analityczne, jego wykres wraz z wykresem składowych jego rozwiązania:

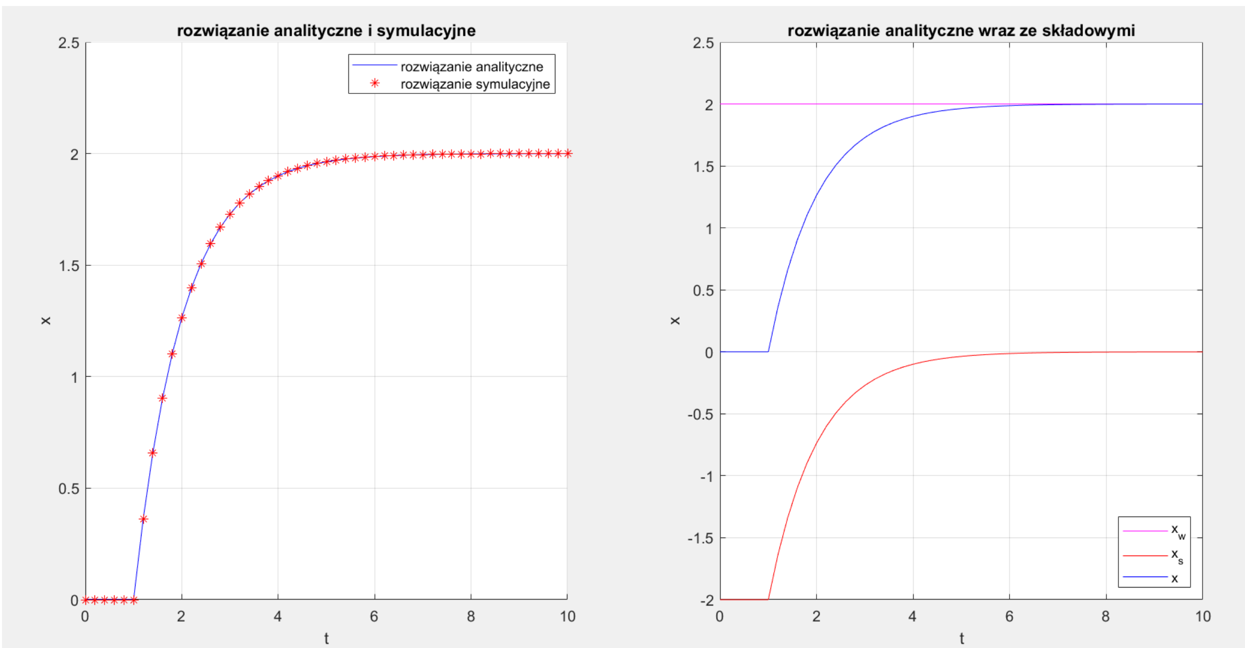
$$x(t) = Ae^{-t} + 2$$

$$0 = A + 2 \Rightarrow A = -2$$

$$x(t) = -2e^{-t} + 2 - \text{rozwiązanie szczególne}$$

$$x_s(t) = -2e^{-t},\ x_w(t) = 2$$

Wykres dla rozwiązania analitycznego i symulacyjengo oraz wykres dla rozwiązania analitycznego wraz z składowymi:



d) Warunek początkowy $x(0) = 2$

Rozwiązanie analityczne, jego wykres wraz z wykresem składowych jego rozwiązania:

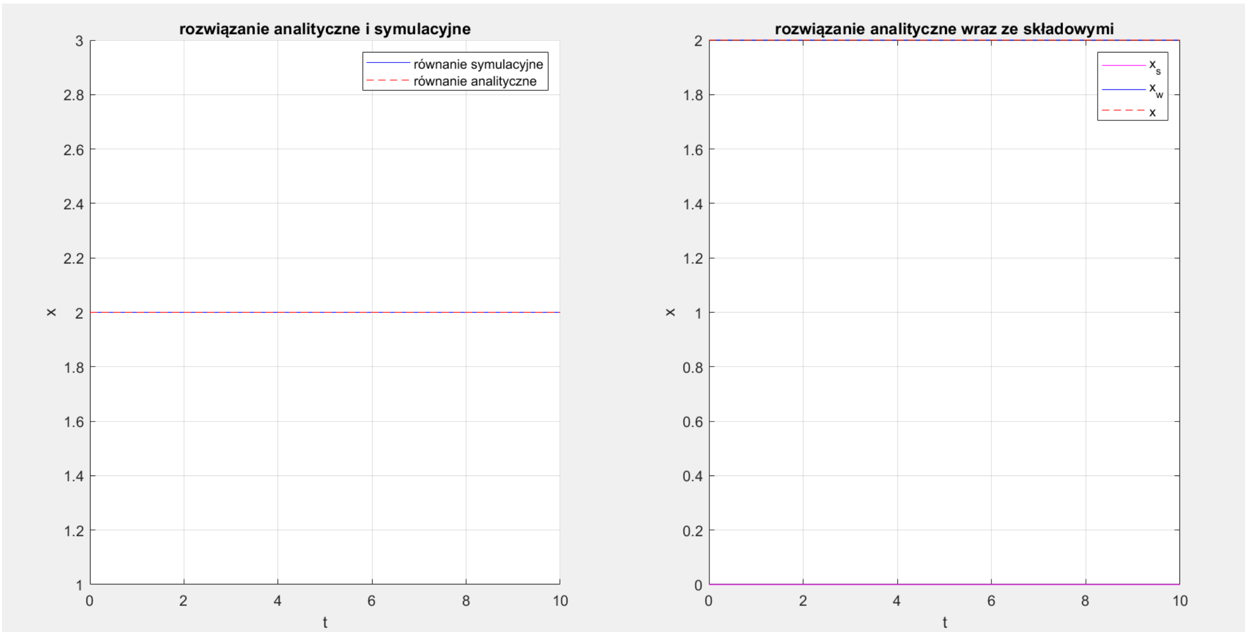
$$x(t) = Ae^{-t} + 2$$

$$2 = A + 2 \Rightarrow A = 0$$

$$x(t) = 2 - \text{rozwiązanie szczególne}$$

$$x_s(t) = 0,\ x_w(t) = 2$$

Wykres dla rozwiązania analitycznego i symulacyjengo oraz wykres dla rozwiązania analitycznego wraz z składowymi:



Jak widać wykres jest linią prostą co oznacza ponieważ w równaniu szczególnym pozostało jedynie wymuszenie.

4 Wnioski

Z badań wynika żę wyniki uzyskane metodą analityczną oraz metądą symulacyjną są takie same. Podczas zadania przekonaliśmy się jak szybko i wygodnie za pomocą programu Simulink można wyliczyć równanie różniczkowe oraz zbadać jego wykres.

5 Załączniki

```
clear all;
t=0:001:10;
subplot(121);
x=0;
for i=1:1:length(t)
    x(i)=2;
end
plot(t,x),grid on;
xlabel('t');
ylabel('x');
legend('x');
subplot(122);
hold on;
x=0;
for i=1:1:length(t)
    x(i)=2;
end
plot(t,x,'b'),grid on;
xs=0;
for i=1:1:length(t)
    xs(i)=0;
end
plot(t,xs,'m'),grid on;
xw=2;
for i=1:1:length(t)
    xw(i)=2;
end
plot(t,xw,'r--'),grid on;
xlabel('t');
ylabel('x');
%biale linie
w1=3;
for i=1:1:length(t)
    w1(i)=3;
end
plot(t,w1,'w'),grid on;
w2=-1;
for i=1:1:length(t)
    w2(i)=-1;
end
plot(t,w2,'w'),grid on;
legend('X','Xs','Xw');
```

```
clear all;
t=0:0.01:10;
%X
x=-4*exp(-t)+2;
subplot(121);
hold on;
plot(t,x),grid on;
%biala linia
w=0;
for i=1:1:length(t)
    w(i)=3;
end
plot(t,w,'w'),grid on;
xlabel('t');
ylabel('x');
legend('X');
subplot(122);
%X
x=-4*exp(-t)+2;
hold on;
plot(t,x),grid on;
%Xs
xs=-4*exp(-t);
hold on;
plot(t,xs),grid on;
%xw
xw=0;
for i=1:1:length(t)
    xw(i)=2;
end
plot(t,xw,'m'),grid on;
%biala linia
w=0;
for i=1:1:length(t)
    w(i)=3;
end
plot(t,w,'w'),grid on;
xlabel('t');
ylabel('x');
legend('X','Xs','Xw');
```

```
%a_1*x'+a_0*x=b*u
%x=A*exp((a_0)/(a_1))+((b*u)/(a_0))
clear;
close all;
%Dla warunkow poczatkowych bez pochodnych
a0=1;
a1=1;
b=2;
%u odpowiada za obliczenie xw oraz
%wartosc jaka obierze skok
u=1;
t0=1;
%wart pocz
x0=0;

[t]=sim('model_1');
%biale to pomocna zmienna do ladnego rysowania wykresu
biale=ones(size(t));
biale=2.5.*biale;

xs=ones(size(t));
xs=x.*xs;
xs=xs-2;

xw=ones(size(t));
xw=2.*xw;


figure;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
subplot(1,2,1);
plot(t,x,'b');
grid on;
hold on;
plot(t,biale,'w');
grid on;
legend('x');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
subplot(1,2,2);
plot(t,xw,'m');
hold on;
grid on;

plot(t,xs,'r');
grid on;
hold on;

plot(t,biale,'w');
hold on;
grid on;
legend('x_{w}','x_{s}','location','southeast');

```

```
%Wart pocz
x0=2
[t]=sim('model_1');
xs=ones(size(t));
xs=0.*xs;
figure;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
subplot(1,2,1);
plot(t,x,'b');
grid on;
legend('x');
subplot(1,2,2);
plot(t,xs,'m');
hold on;
grid on;
plot(t,x,'b');
grid on;
legend('x_{s}','x_{w}');

```