Laboratorium problemowe 2 - stanowisko wahadła rekacyjnego

Sprawozdanie z zajęć nr 4

Dawid Lisek

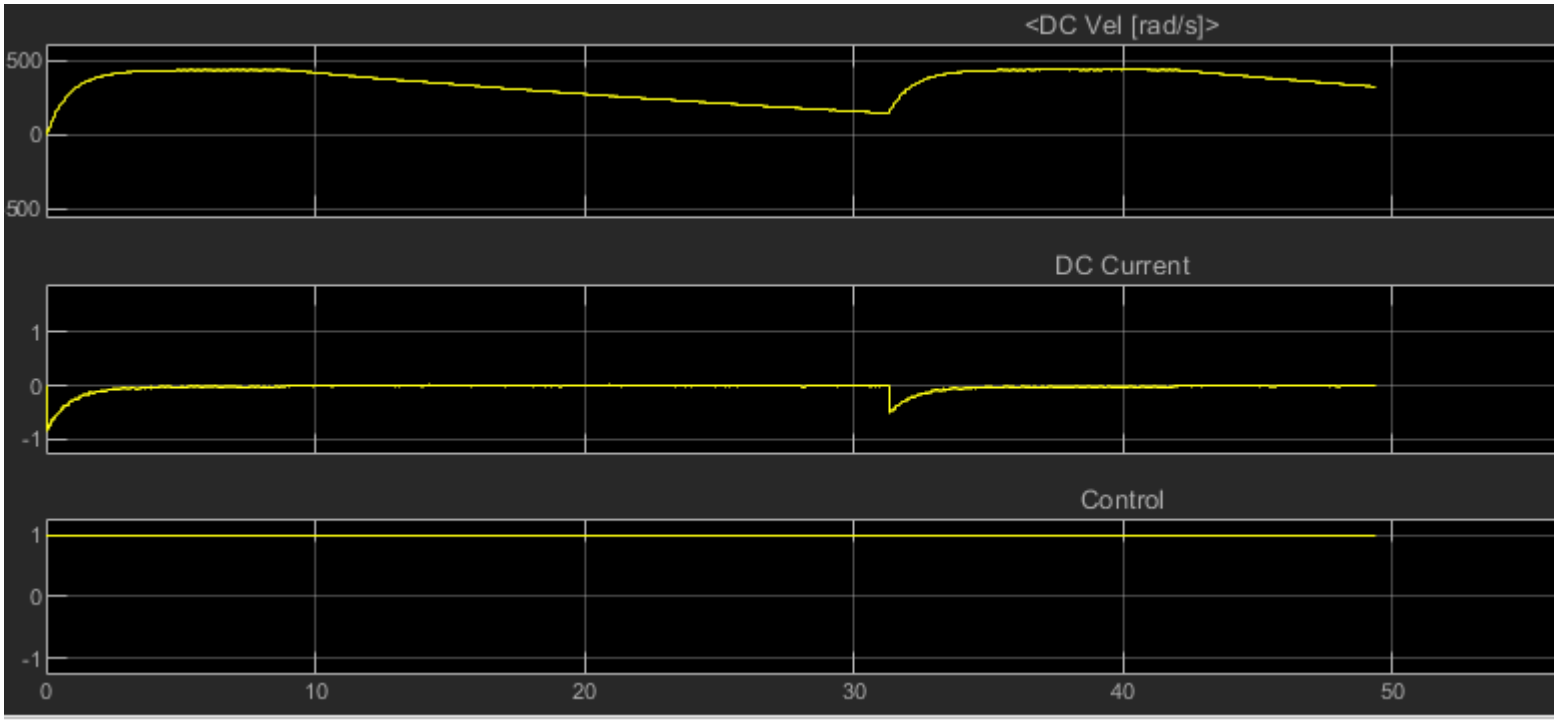
Paweł Mańka

Pon. 8.00 23.10.2023

```
% time = [0, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 19, 22]
% amp = [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.3, -0.3, -0.3, 0.2, -0.3]

time = [0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24];
amp = [0, 0.3, -0.3, 0.5, -0.5, 0.6, -0.6, 0.7, -0.7];
```

Na zajęciac z pomocą multimetra zostalo zmierzone napiecie przy wysokich wartosciach sterowania.

Widac na wykresie ze silnik po jakims czasie wylacza sie (ma przerwy w przeplywie pradu) co skutkuje niedokladnym



Zauważono rowniez roznice wzgledem multimetra a napiecia (funkcja napiecia od sterowania nie jest liniowa) dlatego zrobiona zostala tabelka napiecia od sterowania pwm

```
voltage = [-11.71, -10.69, -9.51, -8.32, -7.13, -5.93, -4.74, -3.55, -2.36, -1.18, 0, 1.61, 2.3
u = -1:0.1:1;
Sterowanie = transpose(u);
Napiecie = transpose(voltage);
```

Tabelka:

```
T = table(Sterowanie, Napiecie)
```

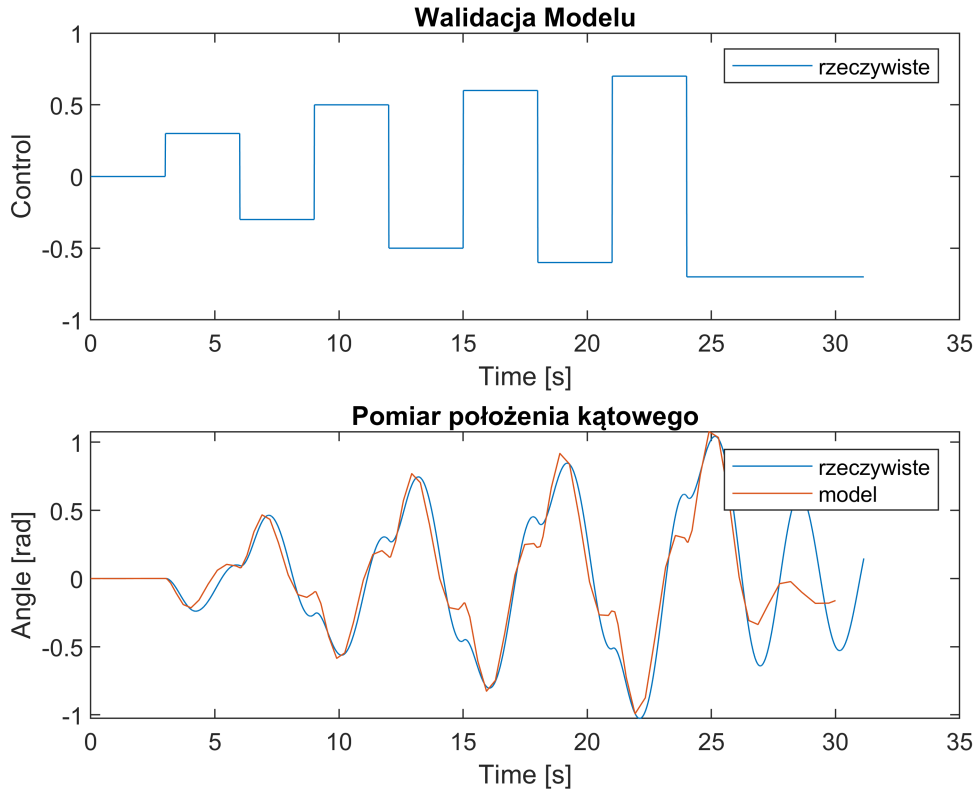
T = 21×2 table

	Sterowanie	Napiecie
1	-1	-11.7100
2	-0.9000	-10.6900
3	-0.8000	-9.5100
4	-0.7000	-8.3200
5	-0.6000	-7.1300
6	-0.5000	-5.9300
7	-0.4000	-4.7400
8	-0.3000	-3.5500
9	-0.2000	-2.3600
10	-0.1000	-1.1800
11	0	0
12	0.1000	1.6100
13	0.2000	2.3300
14	0.3000	3.5300
15	0.4000	4.6900
16	0.5000	5.9100
17	0.6000	7.1000
18	0.7000	8.2700
19	0.8000	9.4700
20	0.9000	10.6600
21	1	11.7500

Następnie zostal sprawdzony sygnal schodkowy dla duzych wartosci i dziala

```
model_rzeczywisty = sygnal_schodkowy_nr1;
signal_model_real = sygnal_schodkowy_nr1.signals;
```

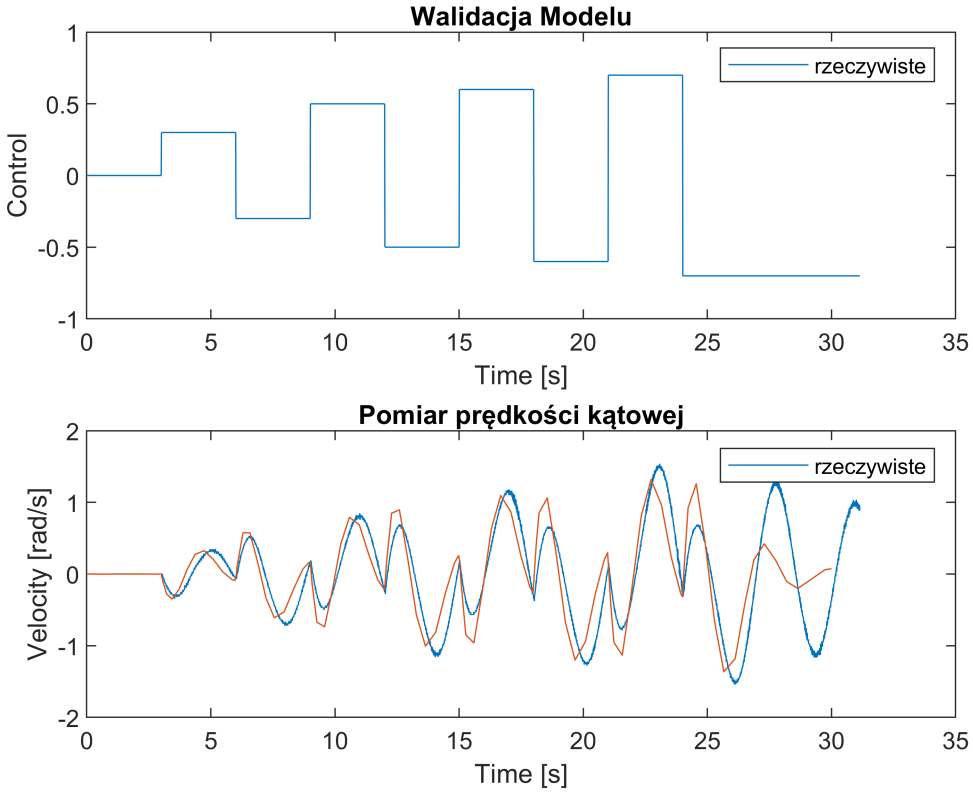
```
% model_rzeczywisty = walidacja_modelu_nr5;
% signal_model_real = walidacja_modelu_nr5.signals;
% sim("src\simulink_models\model_walidacyjny\model_matematyczny_2018a.slx");

model_matematyczny = out.model_matematyczny_nr1;
signal_model_mat = model_matematyczny.signals;

figure;
subplot(2, 1, 1)
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(8).values)
xlabel('Time [s]')
legend('rzeczywiste')
ylabel('Control')
title('Walidacja Modelu')

subplot(2, 1, 2)
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(1).values)
hold on;
val = reshape(signal_model_mat(1).values, 1, []);
plot(model_matematyczny.time, val)
hold off;
legend('rzeczywiste', 'model')
xlabel('Time [s]')
ylabel('Angle [rad]')
title('Pomiar położenia kątowego')
```



```
figure;
subplot(2, 1, 1)
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(8).values)
xlabel('Time [s]')
legend('rzeczywiste', 'model')
```

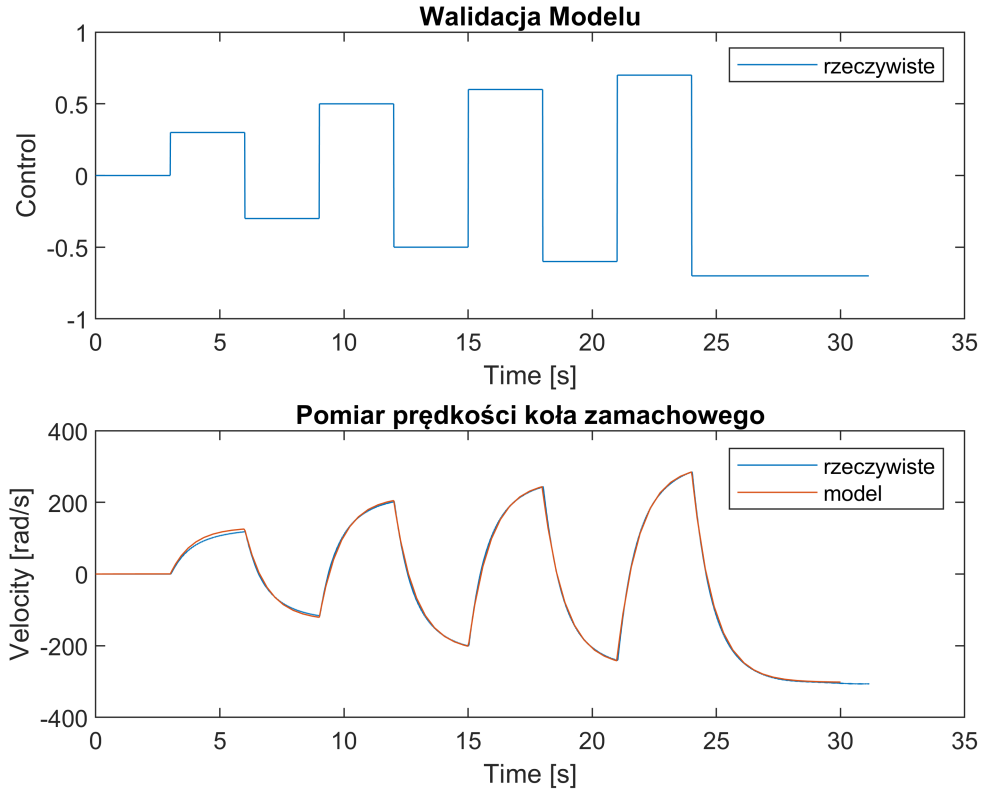
```
Warning: Ignoring extra legend entries.
```

```
ylabel('Control')
title('Walidacja Modelu')

subplot(2, 1, 2)
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(4).values)
hold on;
val = reshape(signal_model_mat(2).values, 1, []);
plot(model_matematyczny.time, val)
hold off;
xlabel('Time [s]')
legend('rzeczywiste')
ylabel('Velocity [rad/s]')
title('Pomiar prędkości kątowej')
```




```
figure;
subplot(2, 1, 1)
```

```
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(8).values)
xlabel('Time [s]')
legend('rzeczywiste')
ylabel('Control')
title('Walidacja Modelu')

subplot(2, 1, 2)
plot(model_rzeczywisty.time, signal_model_real(6).values)
hold on;
val = reshape(signal_model_mat(3).values, 1, []);
plot(model_matematyczny.time, val)
hold off;
xlabel('Time [s]')
legend('rzeczywiste', 'model')
ylabel('Velocity [rad/s]')
title('Pomiar prędkości koła zamachowego')
```



Następnie sprawdziliśmy male sterowania -0.1, 0, 0.1

```
model_rzeczywisty = sygnal_schodkowy_nr2;
```

Wartośc napięcia zmierzona na silniku w zależności od sterowania:

```
voltage = [-11.71, -10.69, -9.51, -8.32, -7.13, -5.93, -4.74, -3.55, -2.36, -1.18, 0, 1.61, 2.3
```

```
voltage = 1×21
  -11.7100  -10.6900   -9.5100   -8.3200   -7.1300   -5.9300   -4.7400   -3.5500 ···
```

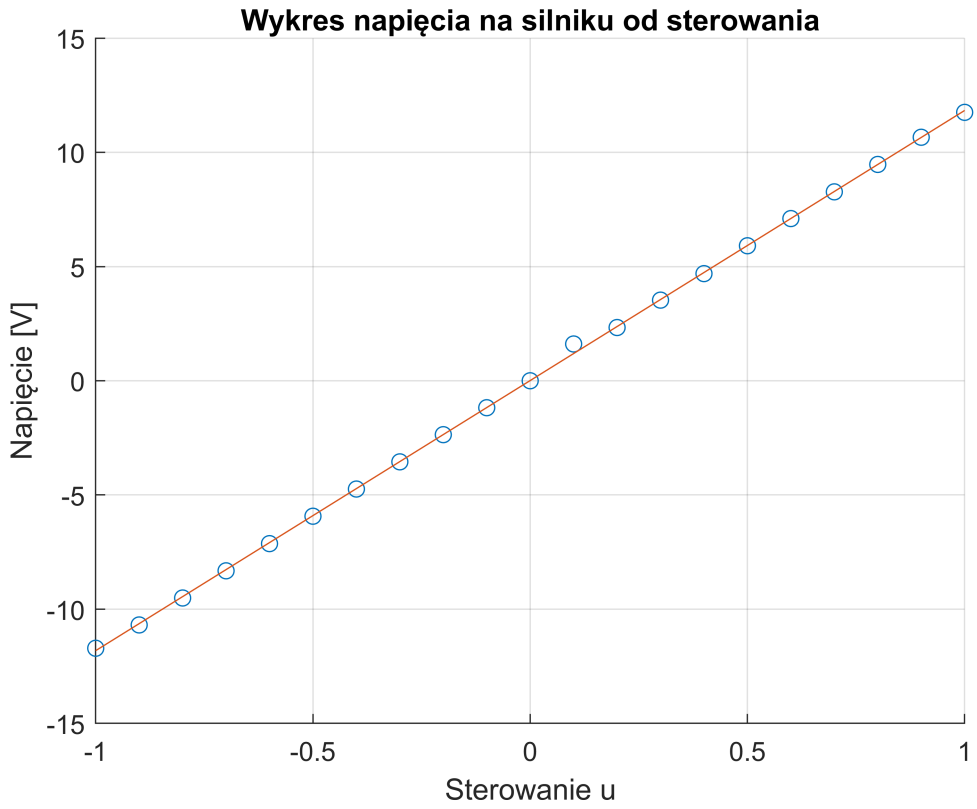
```
u = -1:0.1:1
```

```
u = 1×21
   -1.0000   -0.9000   -0.8000   -0.7000   -0.6000   -0.5000   -0.4000   -0.3000 ···
```

```
p_volt = polyfit(u, voltage, 1)
```

```
p_volt = 1×2
   11.8238    0.0095
```

```
figure
hold on
plot(u, voltage, 'o')
plot(u, polyval(p_volt, u))
hold off
grid on
title('Wykres napięcia na silniku od sterowania')
xlabel('Sterowanie u')
ylabel('Napięcie [V]')
```



Następnie przy pomocy narzędzie model linearizer został wyznaczony punkt równowagi w dolnym położeniu wahadła. Wyznaczona została macierz stanu oraz sterowalności. Na podstawie macierzy stanu oraz macierzy wejść obliczone zostały wzmocnienia dla regulatora LQR, który będzie testowany na następnych zajęciach oraz dostrajany.

```
linsys1.A
```

```
ans = 3×3
         0    1.0000         0
   -4.9764   -1.1417    0.0145
         0         0   -1.1309
```

```
linsys1.B
```

```
ans = 3×1
         0
   -5.2369
  488.6480
```

```
linsys1.C
```

```
ans = 3×3
     1     0     0
     0     1     0
     0     0     1
```

```
linsys1.D
```

```
ans = 3×1
     0
     0
     0
```

```
co = ctrb(linsys1.A, linsys1.B)
```

```
co = 3×3
         0   -5.2369   13.0867
   -5.2369   13.0867    3.0816
  488.6480 -552.6005  624.9228
```

```
rank(co)
```

```
ans = 3
```

```
K = lqr(linsys1.a, linsys1.b, eye(3), 1)
```

```
K = 1×3
   -0.0278   -0.0041    0.9977
```