

Laboratorium problemowe 2 - stanowisko wahadła rekacyjnego

Sprawozdanie z zajęć nr 2

Dawid Lisek

Paweł Mańka

Pon. 8.00 09.10.2023

1. Opis przebiegu ćwiczenia.

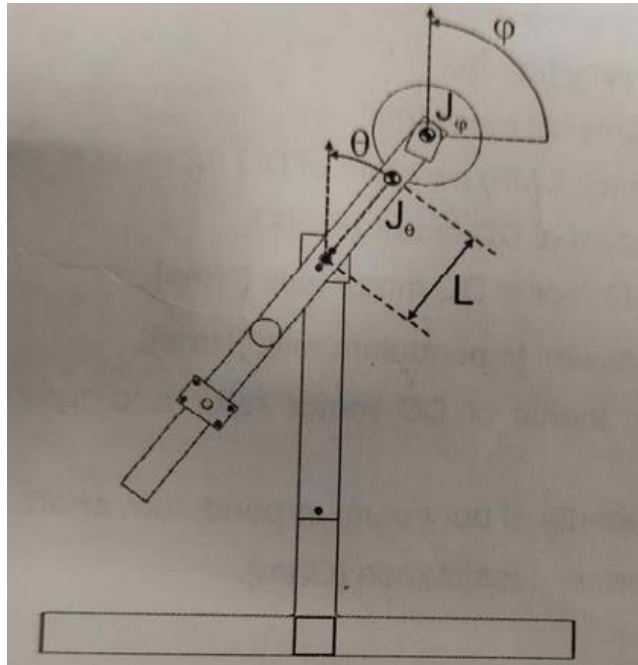
Na zajęciach zostały omówione kluczowe kwestie związane z zarządzaniem stanowiskiem pracy. Jednym z głównych punktów naszej dyskusji było określenie zakresu pracy na konkretnym stanowisku. Zostały wyznaczone równania stanu obiektu oraz przeprowadzone eksperymenty w celu zidentyfikowania niewiadomych czynników.

2. Fizyczna interpretacja stanowiska

Po przeanalizowaniu i omówieniu pracy wahadła fizycznego, zostały zaproponowane następujące równania ruchu wynikające z zasad dynamiki Newtona.

$$\ddot{\theta} = \frac{MgL \sin \theta}{J_{\theta}} - \frac{k_t (u - k_e \dot{\phi})}{J_{\theta} R} + \frac{\dot{\phi} \mu_{\phi}}{J_{\theta}} - \frac{\mu_{\phi} \dot{\theta}}{J_{\theta}}$$
$$\ddot{\phi} = \frac{k_t (u - k_e \dot{\phi})}{J_{\phi} R} - \frac{\dot{\phi} \mu_{\phi}}{J_{\phi}}$$

Przyspieszenie kątowne wahadła jest wynikiem działania siły tarcia mniejszego koła, tarcia wahadła oraz ciężaru.

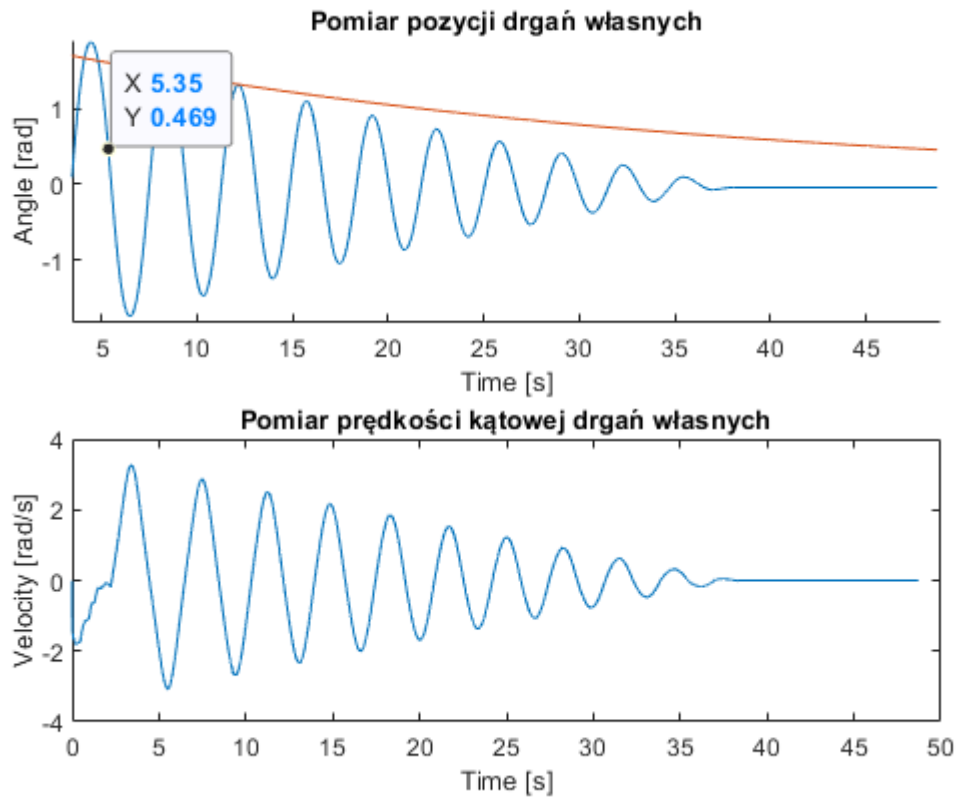


3. Identyfikacja współczynnika tarcia

W celu sprawdzenia czy współczynnik tarcia zależy

```
A1 = 1.881;
A2 = 1.568;
t2 = 19.32;
t1 = 16.08;
T = t2-t1;
sigma = log(A1/A2)
epsilon = sigma/sqrt(4*pi*pi + sigma^2)
w0 = log(A1/A2)/(T*epsilon);
measure_start = 1505;
```

```
sigma = 0.1820
epsilon = 0.0290
```



4. Identyfikacja parametrów silnika.

Silnik elektryczny jest opisany równaniem:

$$\ddot{\phi} = \frac{k_t (u - k_e \dot{\phi})}{J_\phi R} - \frac{\dot{\phi} \mu_\phi}{J_\phi}$$

Powyższe równanie może zostać przekształcone do postaci:

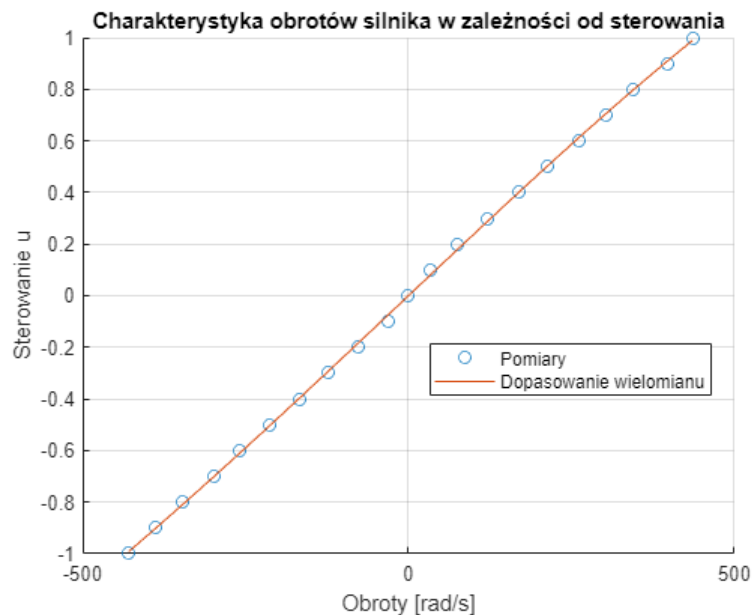
$$\ddot{\phi} = \frac{k_t}{J_\phi R} (u - (k_e - \mu_\phi) \dot{\phi})$$

W celu identyfikacji jego parametrów wykorzystane zostało podejście czarnej skrzynki oraz narzędzie z pakietu Matlab/Simulink Parameter Estimation. Jako model Simulink zostało stworzone poniższe równanie:

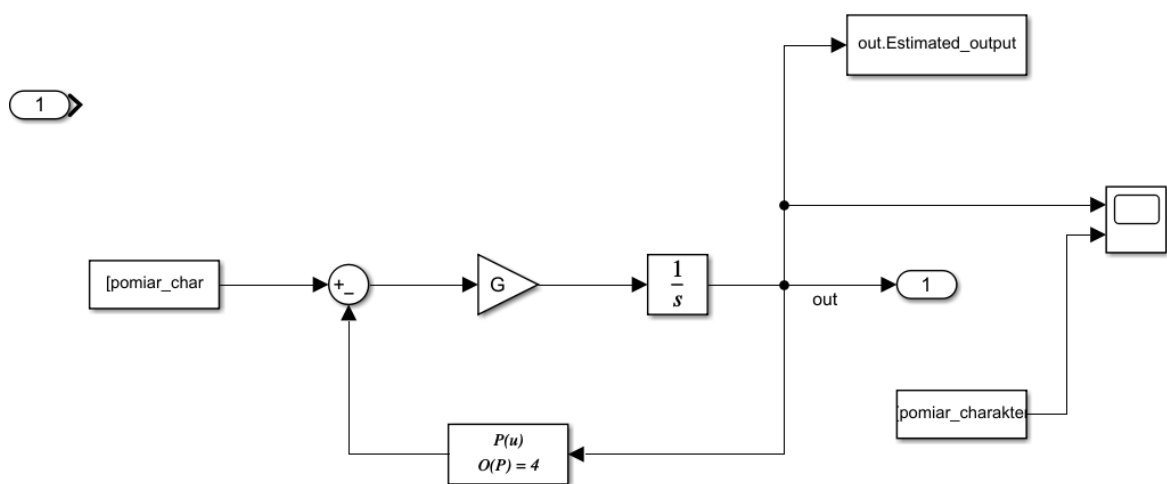
$$\ddot{\phi} = G(u - H(\dot{\phi}))$$

Gdzie charakterystyka $H(\dot{\phi})$ jest charakterystyką silnika w stanie ustalonym uwzględniającą wszystkie opory ruchu.

Zmierzone zostały obroty silnika w zależności od sterowania, a następnie na ich podstawie został obliczony wielomian symulujący charakterystykę.



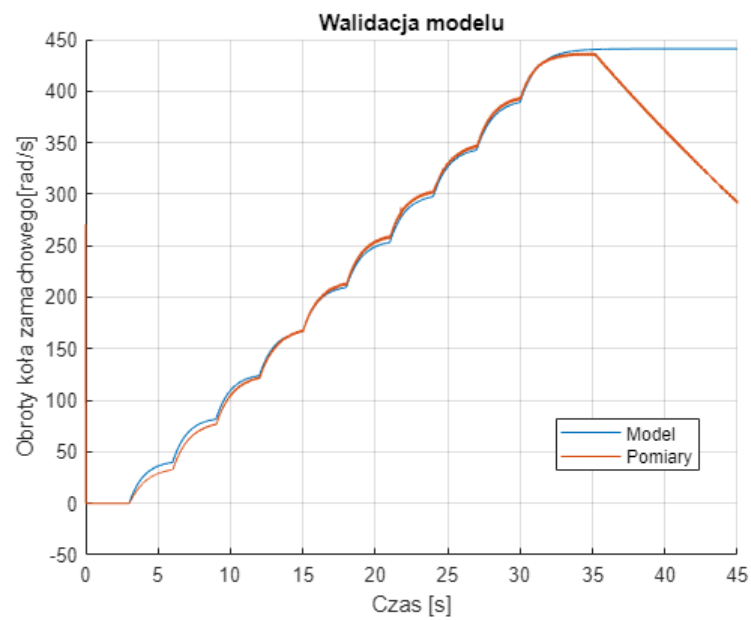
Następnie równanie opisujące silnik zostało zaimplementowane jako poniższy model Simulinkowy. Stworzony model został wykorzystany do wyznaczenia współczynnika G przy pomocy narzędzia Parameter Estimation.



Rysunek 1 Utworzony model w pakiecie Matlab/Simulink

Do wyznaczenia parametru G w Parameter Estimation została wykorzystana odpowiedź silnika na skok jednostkowy o amplitudzie 0.3 wykonany na poprzednich zajęciach. Wyznaczony współczynnik G był równy 420.7.

Przeprowadzona walidacja modelu:



W stworzonym modelu widać rozbieżności w ostatniej fazie ruchu jednak powyższe równanie bardzo dobrze oddaje dynamikę tego silnika elektrycznego. Znajomość tej dynamiki jest najbardziej istotna z punktu widzenia sterowania modelem wahadła reakcyjnego.

5. Wyznaczanie MgL

Na następnych zajęciach zostanie zidentyfikowany współczynnik MgL