

Laboratorium 7 — podwójne wahadło

Zadanie 1 (6 pkt)

Zbuduj model reprezentujący podwójne wahadło na podstawie poniższego układu równań różniczkowych, oraz zbadaj wpływ parametrów na jego działanie.

Uwaga! W celu odnalezienia rozwiązania poniższego układu równań liniowych wykorzystaj wbudowany w MATLABa operator lewostronnego dzielenia macierzy (`mldivide`, `\`).

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)l_1^2\ddot{\phi}_1 + m_2l_1l_2(\sin\phi_1\sin\phi_2 + \cos\phi_1\cos\phi_2)\ddot{\phi}_2 + \\ m_2l_1l_2(\sin\phi_1\cos\phi_2 - \cos\phi_1\sin\phi_2)\dot{\phi}_2^2 + (m_1 + m_2)gl_1\sin\phi_1 + k_1l_1^2\dot{\phi}_1 + \\ k_2l_1l_2(\sin\phi_1\sin\phi_2 + \cos\phi_1\cos\phi_2)\dot{\phi}_2 = 0 \\ m_2l_2^2\ddot{\phi}_2 + m_2l_1l_2(\sin\phi_1\sin\phi_2 + \cos\phi_1\cos\phi_2)\ddot{\phi}_1 + \\ m_2l_1l_2(\cos\phi_1\sin\phi_2 - \sin\phi_1\cos\phi_2)\dot{\phi}_1^2 + m_2gl_2\sin\phi_2 + k_2l_2^2\dot{\phi}_2 + \\ k_2l_1l_2(\sin\phi_1\sin\phi_2 + \cos\phi_1\cos\phi_2)\dot{\phi}_1 = 0 \end{cases}$$

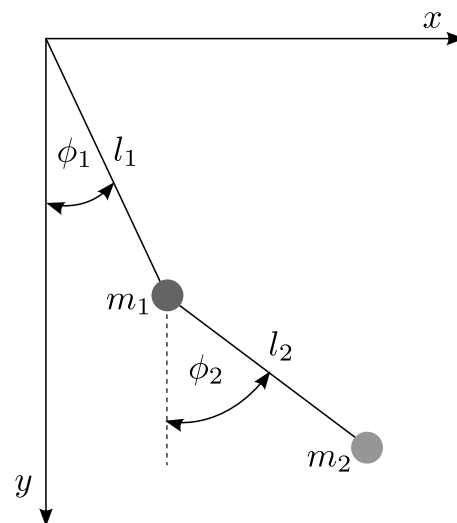
gdzie:

g – przyspieszenie ziemskie $\Rightarrow 9.81$,
 k_1 – wsp. tłumienia, wahadło 1 $\Rightarrow 2$,
 k_2 – wsp. tłumienia, wahadło 2 $\Rightarrow 1$,
 m_1 – masa wahadła 1 $\Rightarrow 1$,
 m_2 – masa wahadła 2 $\Rightarrow 2$,
 l_1 – długość linki dla wahadła 1 $\Rightarrow 1$,
 l_2 – długość linki dla wahadła 2 $\Rightarrow 2$,
 ϕ_1 – kąt wychylenia wahadła 1 $\Rightarrow 80^\circ$,
 ϕ_2 – kąt wychylenia wahadła 2 $\Rightarrow 150^\circ$,
 $\dot{\phi}_1$ – prędkość wahadła 1 $\Rightarrow 0^\circ$,
 $\dot{\phi}_2$ – prędkość wahadła 2 $\Rightarrow 0^\circ$.

Przyjmij:

Czas symulacji = 15,

Metoda: Ode45, maksymalny krok = 2^{-5} .



Zadanie 2 (4 pkt)

Przy użyciu jednej z poznanych wcześniej metod utwórz wizualizację podwójnego wahadła.

- Blok „S-Function” — wizualizacja online.
- Blok „To Workspace” — wizualizacja offline.

W przypadku wizualizacji offline, rozpoczęcie symulacji oraz pobranie niezbędnych parametrów powinno odbyć się z poziomu kodu. Np.:

Listing 1: podwojneWahadlo_fun

```
1 sim('podwojneWahadlo') % uruchomienie modelu zapisanego jako podwojneWahadlo  
2 g = str2num(get_param('podwojneWahadlo/Subsystem','g')); % wartosc g z podsystemu
```

Uwaga! Pamiętaj, że współrzędne punktu zaczepienia drugiego wahadła zmieniają się w czasie.

Uwaga! Na podstawie długości linek ustal zakres osi. W tym celu wykorzystaj polecenie axis. Oś nie powinny się przeskalowywać w trakcie trwania wizualizacji.