

# Laboratorium Sterowania Robotów Manipulacyjnych

Raport z ćwiczeń **Z7, Z8**

Szymon Kacperek, Adrianna Kręglewska, Adam Banaszczyk

AiR, studia stacjonarne II stopnia, specjalność SSiR, rok akademicki 2019/2020

## 1 Sterowanie w podprzestrzeni typu *hiperkula*

Dla modelu manipulatora PM2R z silnikami zaprojektowany został regulator ROOS dla ograniczonej podprzestrzeni sterowań: hiperkuli. Układ sterowania wyrażony jest wprost dla napięć wraz ze wzmacniaczem mocy, ograniczającym napięcia zasilania dla obu silników. Symulacje przebiegają dla zerowych warunków początkowych (manipulator wyprostowany w prawo).

Z założeń wynika, iż regulator ROOS jest odporny na nieznajomość strukturalną i parametryczną modelu, zatem dla celów symulacji wprowadzono niepewności parametryczne: 10% dla długości pierwszego oraz drugiego ramienia oraz 10% dla masy drugiego ramienia. Silnik został zamodelowany według danych *maxon DC motor FF2260, 883* oraz dwóch przekładni *110507* o przełożeniu  $\eta = 1/181$ . Wartości współczynników diagonalnych macierzy wzmocnień dla  $\epsilon = 5, 4$  przyjęto eksperymentalnie:

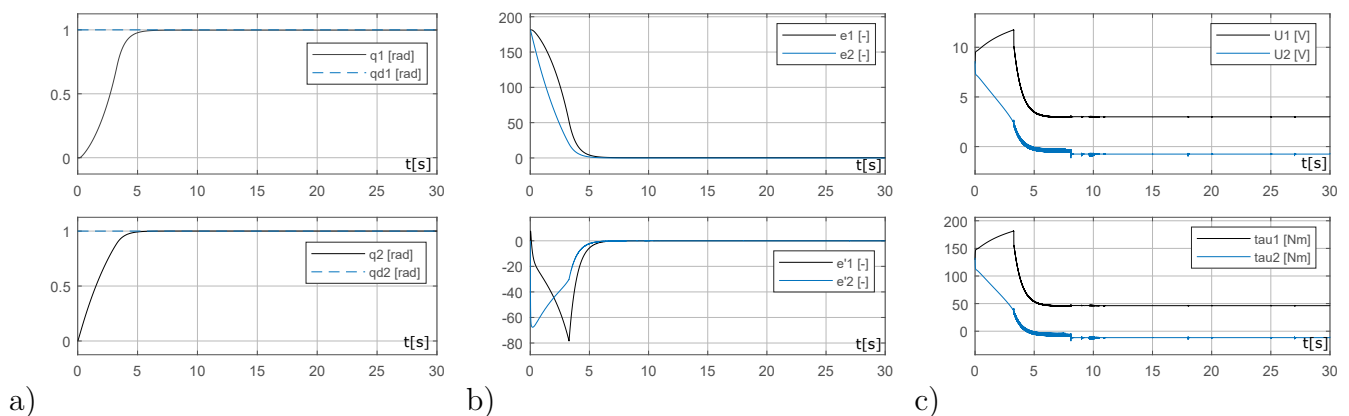
$$\Lambda = \begin{bmatrix} 3,5 & 0 \\ 0 & 3,6 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} 2,25 & 0 \\ 0 & 2,35 \end{bmatrix}$$

### 1.1 Wnioski

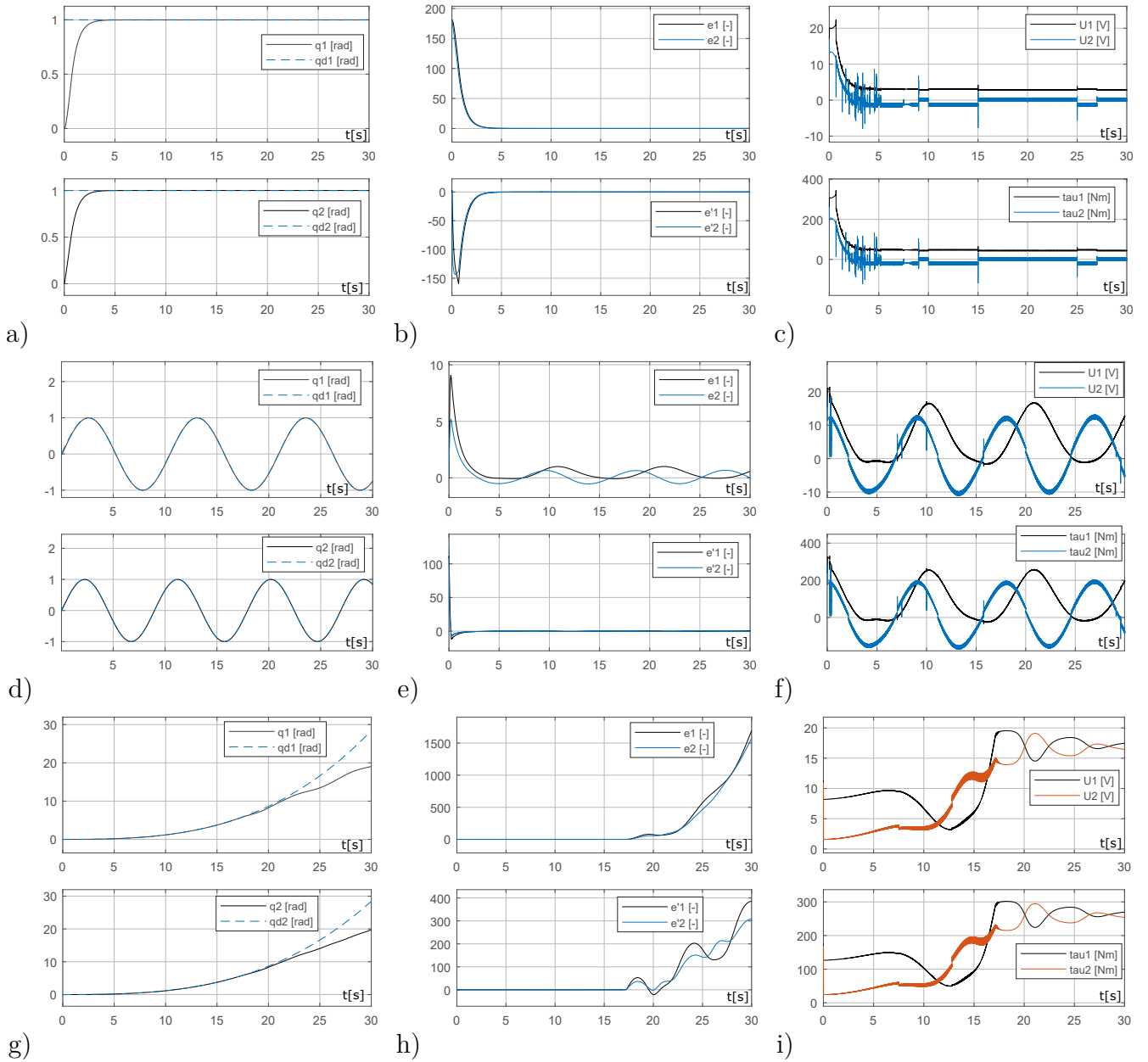
Mimo niepewności parametrycznej, odpowiedź modelu manipulatora odwzorowuje zadane wartości referencyjne. Z naszych obserwacji wynika, iż zjawisko *chatteringu* występuje zawsze - jest intensywniejsze, gdy różnica między wartością współczynnika  $\epsilon$  oraz współczynnikami diagonalnych macierzy wzmocnień jest mniejsza, natomiast w przypadku, gdy współczynnik  $\epsilon = 0$  lub jest mniejszy od współczynników diagonalnych macierzy wzmocnień, zjawisko *chatteringu* znacznie się intensyfikuje.

Zasadniczym ograniczeniem tego układu jest ograniczenie napięcia sterującego  $u_{HKmax}$  widoczne na rys. 1a, sygnał sterujący bazuje na najmniejszym z ograniczeń.

### 1.2 Prezentacja wyników



Rysunek 1: Wyniki symulacji dla  $u_{HKmax} = 12$  [V] o wymuszeniu  $Q_d = [1 \ 1]$ : przebiegi a) pozycji ogniw wraz z zadaniem sygnałem referencyjnym, b) uchybów pozycji i prędkości, c) napięć sterujących oraz odpowiadające im momenty generowane na wałach silników.



Rysunek 2: Wyniki symulacji dla  $u_{HKmax} = 24$  [V]. Przebiegi a) pozycji ogniw wraz z zadanyym sygnałem referencyjnym, b) uchybów pozycji i prędkości, c) napięć sterujących oraz odpowiadające im momenty generowane na wałach silników, o wymuszeniu:

**a-c:**  $Q_d = [1 \ 1]$ ;

**d-f:**  $Q_d = [\sin(0,6t); \sin(0,7t)]$ ;

**g-i:**  $Q_d = [0,0025t^3 + 0,0020t^2 + 0,0015t + 0,001]$ .

## 2 Sterowanie w podprzestrzeni typu *hiperprostokątścian*