

Na prawach rękopisu  
do użytku służbowego

KATEDRA ENERGOELEKTRYKI POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ  
Raport serii SPRAWOZDANIA Nr

LABORATORIUM ELEMENTÓW TECHNIKI STEROWANIA  
INSTRUKCJA LABORATORYJNA

## **ĆWICZENIE Nr 3**

### **Sterowanie obiektem dynamicznym przy zadanym stanie w otwartym systemie sterowania**

Mirosław Łukowicz

Słowa kluczowe:  
układ inercyjny I rzędu, otwarty i  
zamknięty układ sterowania, zakłócenia,  
układ regulacji automatycznej

WROCŁAW 2022

## 1. Wyznaczanie sterowania

Niech będzie dany obiekt dyskretny opisany w przestrzeni zmiennych stanu równaniem stanowym

$$x_{n+1} = Ax_n + bu_n \quad (1)$$

gdzie  $x_n$  jest wektorem stanu, a  $u_n$  jest wejściowym wektorem sterującym.

Zadanie sterowania takim obiektem w układzie otwartym od dowolnego stanu początkowego  $x_0$  do dowolnego stanu końcowego  $x^*$  sprowadza się do znalezienia ciągu sterowań  $u_0, u_1, \dots, u_{N-1}$  takich, że  $x_N = x^*$ .

Warunkiem koniecznym dla znalezienia takiego sterowania jest spełnianie przez obiekt warunku pełnej sterowalności.

Rozwiązaniem problemu jest ciąg sterowań

$$\bar{u}_{0,k} = \begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_{k-1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

będący rozwiązaniem równania macierzowego

$$\bar{u}_{0,k} = M^{-1}(x^* - A^k x_0) \quad (3)$$

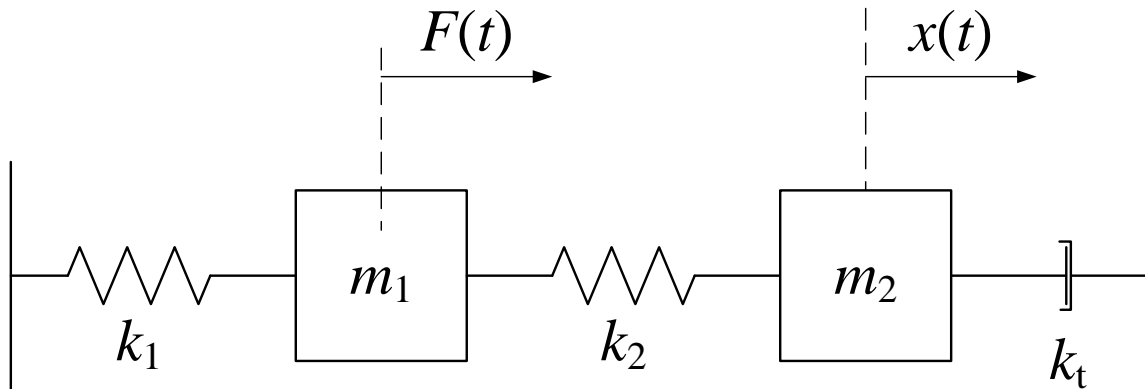
a gdy  $x^* = 0$  wówczas

$$\bar{u}_{0,k} = -M^{-1}A^k x_0 \quad (4)$$

gdzie  $M = [A^{k-1}b \ A^{k-2}b \ \dots \ Ab \ b]$ .

## 2. Zadanie do wykonania

Niech dany będzie obiekt przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1. Obiekt sterowania, gdzie  $k_1$  jest dniem miesiąca [N/m],  $k_2$  miesiącem roku [N/m],  $k_t$  godziną rozpoczęcia zajęć,  $m_1$  liczbą liter imienia [kg],  $m_2$  liczbą liter nazwiska [kg].

Należy wykonać następujące zadania:

1. Zamodelować obiekt w przestrzeni zmiennych stanu.
2. W Simulinku zaobserwować odpowiedź obiektu na skok jednostkowy.
3. Opracować dyskretny czasowo model obiektu w przestrzeni zmiennych stanu dobierając uprzednio odpowiedni okres próbkowania.
4. Znaleźć sterowanie dyskretnie (napisać odpowiedni skrypt w Matlabie do policzenia ciągu sterującego), które sprowadzi model dyskretny ze stanu spoczynku do stanu wychylenia masy  $m_2$  o 1 m w prawo z jednoczesnym zatrzymaniem się tej masy oraz zerowego wychylenia masy  $m_1$  i jej zatrzymaniem. W Simulinku zaobserwować przebieg sygnału sterującego i zmiennych stanu.
5. Znaleźć sterowanie dyskretnie, które sprowadzi model dyskretny z dowolnego stanu początkowego do zerowego stanu końcowego. To samo sterowanie zastosować do obiektu ciągłego. Zaobserwować przebieg sygnału sterującego i zmiennych stanu w obu przypadkach.
6. Znaleźć sterowanie, które zapewni wychylenie mas o 1 m w prawo z jednoczesnym ich zatrzymaniem.