



Politechnika Wroclawska

## **Prototypowanie systemów sterowania**

**Prowadzący:**

dr hab. inż. Mateusz Dybkowski, prof. uczelni

**Opracował:**

mgr inż. Szymon Bednarz, dr hab. inż. Mateusz Dybkowski, prof. uczelni

## Laboratorium nr 7-8

### ***Badania laboratoryjne wybranych systemów mechatronicznych metodą Hardware-in-the-Loop***

#### **1. Wprowadzenie**

Celem zajęć jest opracowanie kaskadowej struktury sterowania położeniem wału obcowzbudnego silnika prądu stałego w środowisku MATLAB/Simulink oraz przeprowadzenie testów w czasie rzeczywistym na sprzęcie firmy dSPACE.

#### **2. Model matematyczny silnika**

$$U_t(t) = R_t(t)I_t + L_t \frac{dI_t(t)}{dt} + E_s(t)$$

$$J \frac{d\Omega_m(t)}{dt} = M_e(t) - M_o(t)$$

$$E_s(t) = k_e \Psi_f \Omega_m(t) = c_M \Omega_m(t)$$

$$M_e(t) = k_e \Psi_f I_t(t) = c_M I_t(t)$$

gdzie:  $U_t$ -napięcie zasilające obwód twornika,  $I_t$ -prąd twornika,  $E_s$ -siła elektromotoryczna twornika,  $R_t, L_t$ -rezystancja i indukcyjność obwodu twornika,  $\Omega_m$ -prędkość kątowna wirnika,  $M_e$ -moment elektromagnetyczny silnika,  $M_o$ -moment obciążenia,  $\Psi_f$ -strumień obwodu wzbudzenia,  $k_e, c_M$ -stała konstrukcyjna i stała momentu silnika.

#### **3. Zadania do wykonania**

- I.** Modelowanie i symulacje silnika prądu stałego.
- II.** Opracowanie układów sterowania umożliwiających regulację:
  - a. prądu (momentu) silnika,
  - b. prędkości kątowej wału,
  - c. kąta położenia wału.
- III.** Budowa wirtualnego panelu do wizualizacji danych i sterowania. Podstawowa funkcjonalność panelu zakłada możliwość:
  - a. włączenia, wyłączenia, resetu układu;
  - b. zadawania wartości momentu (prądu) silnika, prędkości i położenia wału, momentu obciążenia;
  - c. zmiany nastaw regulatorów oraz parametrów wewnętrznych silnika;

- d. obserwowania przebiegów wybranych zmiennych stanu;
  - e. wyboru struktury sterowania (położenia/prędkości/momentu/układ otwarty bez sprzężeń zwrotnych).
- IV.** Analiza działania opracowanych układów w czasie rzeczywistym metodą HiL dla różnych scenariuszy testowych.

**Literatura:**

- [1] Grzesiak L., Ufnalski B., Kaszewski A., *Sterowania napędów elektrycznych: analiza, modelowanie, projektowanie*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016.
- [2] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T., *Automatyka napędu elektrycznego*, Poznań, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2012.
- [3] Dębowski A, *Automatyka: napęd elektryczny*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.
- [4] Koczara W., *Wprowadzenie do napędu elektrycznego*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012.