

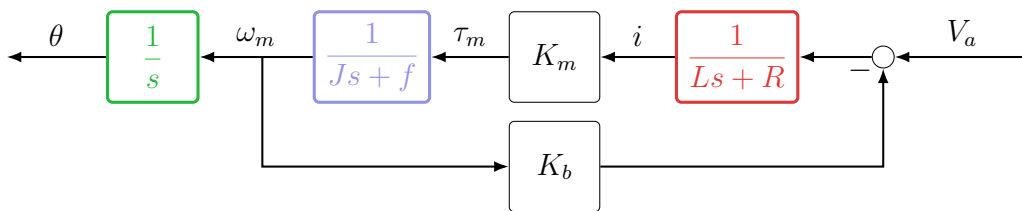


035188 - תורת הבקרה

תרגול 13

7 ביולי 2025

שאלה מספר 1



איור 1: דיאגרמת בלוקים של מנוע חשמלי

באיור 1 מופיעה דיאגרמת בלוקים של מנוע DC, המורכבת מחלק חשמלי, חלק מכאני ואינטגטור, המסומנים באדום, כחול, וירוק בהתאמה. נתון המימוש הפיזיקלי שמצאנו בתרגולים קודמים.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_e(t) \\ \dot{x}_m(t) \\ \dot{x}_\theta(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R/L & -K_b/L & 0 \\ K_m/J & -f/J & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_e(t) \\ x_m(t) \\ x_\theta(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/L \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$\theta = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_e(t) \\ \dot{x}_m(t) \\ \dot{x}_\theta(t) \end{bmatrix}$$

נתון גם בקר LQG המבקר את זווית המנוע ומבוסס על

$$\begin{cases} Q = 1000 \\ \rho = 0.1 \end{cases} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix} \Rightarrow K = \begin{bmatrix} -78.28 & -836.23 & -1000 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} B_w = \begin{bmatrix} 65 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \sigma = 0.01 \end{cases} \Rightarrow L = \begin{bmatrix} 0.2343 \\ -5.848 \\ -10.5686 \end{bmatrix}$$

$$C(s) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} + K (sI - (A + BK + LC))^{-1} \begin{bmatrix} B & -L \end{bmatrix}$$

$$C(s) = \begin{bmatrix} \frac{U(s)}{R(s)} & \frac{U(s)}{Y(s)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(s+200)(s+9.949)(s+1.127)}{(s+824.6)(s+9.509)(s+3.182)} & \frac{-15441(s+200)(s+0.7265)}{(s+824.6)(s+9.509)(s+3.182)} \end{bmatrix}$$

נרצה לממש את החוג שתכננו על בקר דיגיטלי.

1. השוו את התגובה לתנאי ההתחלה

$$x_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.0873 \\ 0 \end{bmatrix}$$

של הבקר הרציף ושל הבקר הבדיד עבור זמני דגימה $h = 0.01, 0.1, 1, 2[s]$.

2. בדקו את השפעתה על החוג הפתוח בעזרת קירוב למערכת רציפה.

3. עדכנו את תכן הבקר כך שייתחשב בדגימה.

שאלה מספר 2

מצאו את התהליך הבדיד השקול עבור התהליכים הרציפים הבאים:

.1

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

.2

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

.3

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1.5 & -0.5 \\ -0.5 & -1.5 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$