

## Übung 9

Abgabe am Donnerstag, 21. Dezember, vor der Vorlesung.

9.1) Gegeben sei folgendes System:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} \alpha - 1 \\ 1 \end{pmatrix} u, \quad y = Cx = \begin{pmatrix} 0 & 2 \end{pmatrix} x$$

Zeigen Sie, dass das System beobachtbar ist!

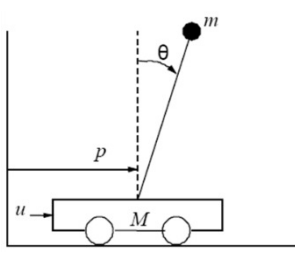
4 Punkte

9.2) Designen Sie für obiges System einen Beobachter mit

$$\det(sI - (A - LC)) = s^2 + 2\zeta_o\omega_o s + \omega_o^2, \text{ wobei } \omega_o = 4 \text{ und } \zeta_o = 1 \text{ sind!}$$

4 Punkte

9.3) Die vereinfachte Dynamik eines Stab-Wagen-Systems sei:



$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & .75 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ .4 \end{pmatrix} u$$

$$y = Cx = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} x \quad \text{mit } x = \begin{pmatrix} p \\ \theta \\ \dot{p} \\ \dot{\theta} \end{pmatrix}$$

Designen Sie einen Beobachter, der den gesamten Zustand  $\hat{x}$  schätzt!

Simulieren Sie das System ausgehend vom Startzustand  $x_0 = \begin{pmatrix} -1 \\ 0.3 \\ 0.5 \\ -0.6 \end{pmatrix}$  mit  $u = -0.5$

bis  $|\theta| > 1$  !

Initialisieren Sie Ihren Beobachter mit  $\hat{x}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$  und simulieren Sie diesen parallel!

Visualisieren Sie den Verlauf aller vier Zustandsgrößen im Vergleich mit der jeweiligen Schätzung!

6 Punkte

9.4) Designen Sie einen Regler  $u = -K\hat{x}$ , der den Stab ausgehend von obigem Startzustand in

aufrechter Lage ( $\theta = 0$ ) stabilisiert ( $\dot{\theta} = 0$ ) sowie den Wagen zum Stillstand bringt ( $\dot{p} = 0$ )!

Visualisieren Sie den Verlauf aller vier Zustandsgrößen im Vergleich mit der jeweiligen Schätzung!

6 Punkte