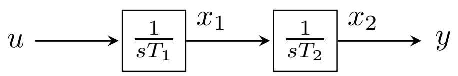
Lehrstuhl für INFORMATIONS-TECHNISCHE REGELUNG Technische Universität München Prof. Dr.-Ing. Sandra Hirche `www.itr.ei.tum.de`	**Regelungssysteme 2** Übung 1	WS 2014/15

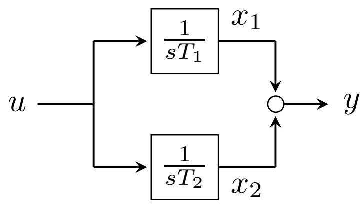
1. Aufgabe: Nullstellen und Pole von MIMO LZI Systemen:
Gegeben sei das MIMO-System:

$$\begin{aligned} \dot{\boldsymbol{x}} &= \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 1 & -4 \end{pmatrix} \boldsymbol{x} + \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0,5 & 1,5 \end{pmatrix} \boldsymbol{u}, \quad \boldsymbol{x}(0) = \boldsymbol{x}_0 \\ \boldsymbol{y} &= \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \boldsymbol{x} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \boldsymbol{u} \end{aligned}$$

1. Berechnen Sie die Übertragungsfunktionsmatrix des Systems.
2. Vergleichen Sie die Pole der Übertragungsfunktionsmatrix mit den Eigenwerten der Dynamikmatrix. Welche Aussage lässt sich treffen?
3. Bestimmen Sie alle Nullstellen des Systems und klassifizieren Sie diese nach invarianten Nullstellen und Übertragungsnullstellen. Welche Aussage lässt sich treffen?

2. Aufgabe: Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit zusammengeschalteter Systeme





1. Untersuchen Sie, ob die Reihenschaltung und die Parallelschaltung der Integratoren vollständig steuerbar ist.
2. Gegeben ist die Parallelschaltung zweier MIMO-LZI Systeme mit identischen dynamischen Eigenschaften. Sie sind jeweils vollständig steuerbar und beobachtbar. Jedes System hat n Zustände und q Ausgänge. Ist das Gesamtsystem vollständig steuerbar bzw. vollständig beobachtbar?

3. Aufgabe: Steuerbarkeit
Gegeben sei die folgende Dynamikmatrix eines LZI SISO Systems:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$$

1. Welche Aussage lässt sich mit Hilfe des Gilbert Kriteriums zur Steuerbarkeit treffen? Begründen sie ihre Antwort.
2. Die Eingangsmatrix habe nun folgende Form $\boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & c \end{bmatrix}$. Was darf c nicht sein um vollständige Steuerbarkeit zu gewährleisten?

4. Aufgabe: Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Nullstellen
Gegeben sei folgendes System:

$$\begin{aligned}\dot{\boldsymbol{x}} &= \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 6 & -2 \end{bmatrix} \boldsymbol{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \boldsymbol{u} \\ \boldsymbol{y} &= \begin{bmatrix} 3 & c \end{bmatrix} \boldsymbol{x}\end{aligned}$$

1. Finden sie den nicht steuerbaren Eigenwert.
2. Bestimmen sie c so, dass das System vollständig beobachtbar ist.
3. Bestimmen sie die Pole sowie alle invarianten Nullstellen.
4. Was sind Übertragungsnullstellen bzw. invariante Nullstellen?