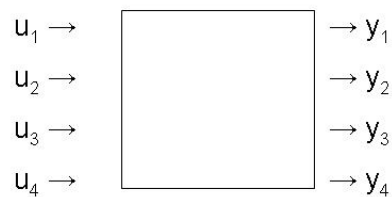


## Belegaufgabe II zur Vorlesung Robuste Mehrgrößenregelung

### PI-Mehrgrößenregler

Gegeben ist das Modell einer Mehrgrößenregelstrecke mit  $m = 4$  Stell- und Regelgrößen,



dessen praktischer Hintergrund ein zweisträngiger Industrie-Röhrenofen ist (siehe Vorlesung Kap. 1.2 und 5.1). Es liegt in der mathematischen Beschreibungsform Zustandsmodell vor

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A} \mathbf{x}(t) + \mathbf{B} \mathbf{u}(t) + \mathbf{E} z(t)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{C} \mathbf{x}(t)$$

1

Die von null verschiedenen Matrixelemente sind in der beiliegenden Tabelle angegeben,  $\mathbf{z}(t)$  ist das Störsignal Heizgasmenge.

Entwerfen Sie einen Mehrgrößen-PI-Regler mit Tuning-Möglichkeit (Viergrößenregler) und bestimmen Sie durch Simulation geeignete Werte für die Einstellparameter! Geben Sie ausgewählte Übergangsfunktionen für das geschlossene Mehrgrößenregelungssystem an (Simulation)!

Hinweis:

- 1) Da die Matrix der Gewichtsfunktionen  $\mathbf{G}(t) = \mathbf{C} e^{\mathbf{A}t} \mathbf{B}$  im vorliegenden Fall für  $t = 0$  singulär ist, d. h. die Inverse  $\mathbf{G}^{-1}(0) = (\mathbf{CB})^{-1}$  nicht existiert, ist für den Ansatz des P-Anteils ein Zeitpunkt  $t_0 > 0$  sinnvoll zu wählen, für den  $\mathbf{G}(t_0)$  invertierbar ist.
- 2) Die Matrix der statischen Übertragungsfaktoren  $\mathbf{K}_s$  ergibt sich als

$$\mathbf{K}_s = \lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{H}(t) = -\mathbf{CA}^{-1}\mathbf{B}$$

2

## Zustandsraummodell der Strecke

(von Null verschiedene Matrixelemente)

Elemente von A	Elemente von B	Elemente von E
$a_{1,1} = -0.2174$	$b_{1,1} = 0.1011$	$e_{4,1} = 0.2848$
$a_{2,2} = -1.8248$	$b_{2,1} = -0.2372$	$e_{5,1} = 0.2195$
$a_{3,2} = 25.974$	$b_{4,2} = 0.2848$	$e_{6,1} = 4.7556$
$a_{3,3} = -25.974$	$b_{5,2} = 0.2195$	$e_{10,1} = -10.2336$
$a_{4,4} = -0.2$	$b_{6,2} = 4.7556$	$e_{16,1} = 5.27$
$a_{5,5} = -0.16$	$b_{10,2} = -10.2336$	
$a_{6,6} = -6.0606$	$b_{6,3} = 3.0061$	Eigenwerte von A (alle reell)
$a_{7,6} = -0.0363$	$b_{16,2} = 5.27$	$\lambda_1 = -0.2174$
$a_{8,6} = 8.5051$	$b_{17,4} = 0.3378$	$\lambda_2 = -25.974$
$a_{7,7} = -0.2857$		$\lambda_3 = -1.8248$
$a_{8,8} = -5.1546$	Elemente von C	$\lambda_4 = -0.2$
$a_{9,8} = 16.9492$	$c_{1,1} = 2.2624$	$\lambda_5 = -0.16$
$a_{9,9} = -16.9492$	$c_{2,1} = 1$	$\lambda_6 = -20$
$a_{12,9} = 25.974$	$c_{1,3} = -2$	$\lambda_7 = -20$
$a_{10,10} = -4.6729$	$c_{2,3} = -1$	$\lambda_8 = -25.974$
$a_{11,10} = 26.3158$	$c_{1,4} = -1$	$\lambda_9 = -0.2857$
$a_{11,11} = -26.3158$	$c_{1,5} = 1$	$\lambda_{10} = -16.9492$
$a_{12,11} = 25.974$	$c_{2,5} = 1$	$\lambda_{11} = -5.1546$
$a_{12,12} = -25.974$	$c_{2,7} = 1$	$\lambda_{12} = -6.0606$
$a_{13,12} = 20$	$c_{3,14} = 1$	$\lambda_{13} = -26.3158$
	$c_{4,18} = 1$	$\lambda_{14} = -4.6729$

3

$a_{13,13} = -20$	$\lambda_{15} = -7.6923$
$a_{14,13} = 20$	$\lambda_{16} = -10$
$a_{14,14} = -20$	$\lambda_{17} = -3.3784$
$a_{15,6} = 1.7692$	$\lambda_{18} = -25.974$
$a_{15,15} = -7.6923$	
$a_{16,16} = -10$	
$a_{17,17} = -3.3784$	
$a_{18,15} = 25.974$	
$a_{18,16} = 25.974$	
$a_{18,17} = 25.974$	
$a_{18,18} = -25.974$	

Zeitmaßstab des Modells 100  
Sekunden

4