Lösungen zu Klausur Regelungstechnik I (WS12/13)

Aufgabe 1

a) $$\dot{\boldsymbol{x}} = \begin{bmatrix} \frac{1}{C_1} i_L - \frac{1}{RC_1} u_{C_1} \\ \frac{1}{C_2} i_L - \frac{1}{RC_2} u_{C_2} \\ \frac{1}{L_0 + 3L_1 i_L^2}(u - u_{C_1} - u_{C_2}) \end{bmatrix}, \qquad y = u_{C_2}$$

b) $u_{C_1,R} = u_{C_2,R} = \frac{u_R}{2}, \qquad i_{L,R} = \frac{u_R}{2R}$

c) $$\Delta\dot{\boldsymbol{x}} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{RC_1} & 0 & \frac{1}{C_1} \\ 0 & -\frac{1}{RC_2} & \frac{1}{C_2} \\ -\frac{1}{L_0+3L_1 i_{L,R}^2} & -\frac{1}{L_0+3L_1 i_{L,R}^2} & -\frac{6L_1 i_{L,R}(u_{C_1,R}+u_{C_2,R}-u_R)}{(L_0+3L_1 i_{L,R}^2)^2} \end{bmatrix} \Delta\boldsymbol{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{L_0+3L_1 i_{L,R}^2} \end{bmatrix} \Delta u$$

$$\Delta y = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \Delta\boldsymbol{x}$$

Aufgabe 2

a) siehe Abbildung 1

b) $T = \frac{2}{\sqrt{3}}\,\mathrm{s}\,, \qquad K_P = \frac{3\sqrt{2-\sqrt{3}}}{10}$

c) zu zeigen: $\lim\limits_{s\to 0} s\hat{e}_\infty(s) = \lim\limits_{s\to 0} s\frac{1}{1+\hat{l}(s)}\hat{r}(s) = 0$, wobei $\hat{r}(s) = \frac{1}{s}$

d) Kompensationsregler mit I-T_1-Anteil

e) $1 \to$ D, $\quad 2 \to$ C, $\quad 3 \to$ B, $\quad 4 \to$ A

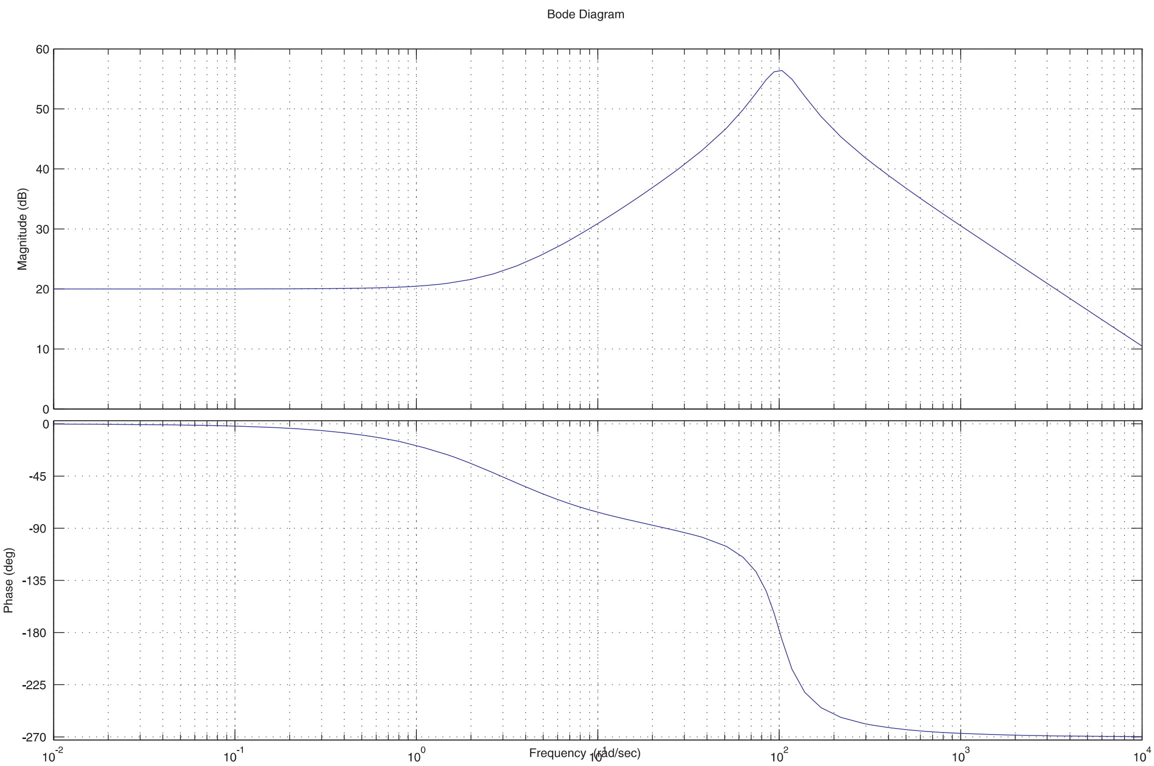

Abb. 1: Bodediagramm zu Aufgabe 2.

Aufgabe 3

a) $\lambda_1 = 0, \quad \lambda_2 = -1, \quad \lambda_3 = 4 \quad \Rightarrow$ System instabil

b) $\boldsymbol{v}_i^T \boldsymbol{b} \neq 0$, wobei $\boldsymbol{v}_1 = \begin{bmatrix} -4 \\ -3 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \boldsymbol{v}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ -4 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \boldsymbol{v}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

c) $\boldsymbol{k}^T = [6 \ \ 15 \ \ 9]$

d) $u^*(t) = -16\cos(2t) + 12\sin(2t)$

Aufgabe 4

a) $p(\lambda) = \lambda^3 + 5\lambda^2 + 9\lambda + 5 = (\lambda + 1)(\lambda + 2 + \mathrm{i})(\lambda + 2 - \mathrm{i})$

$$V = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & -1 \\ -1 & 3 & 4 \end{bmatrix}, \qquad \tilde{\Phi}(t) = \begin{bmatrix} \mathrm{e}^{-t} & 0 & 0 \\ 0 & \mathrm{e}^{-2t}\cos(t) & \mathrm{e}^{-2t}\sin(t) \\ 0 & -\mathrm{e}^{-2t}\sin(t) & \mathrm{e}^{-2t}\cos(t) \end{bmatrix}$$

b) $\operatorname{rang} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & -2 \\ 0.5 & -1 & 1.5 \end{bmatrix} = 2$, Nullstelle bei $s_1 = -1$

c) <u>nicht</u> eingangs-ausgangs-stabil

d) Nicht-steuerbarer Unterraum $U_{nc} = \{\boldsymbol{x} \in \mathbb{R}^2 | \boldsymbol{x} = \alpha[-1 \ \ 2]^T\}$, $\alpha \in \mathbb{R}$