

Nichtlineare Regelungssysteme 1 — Übung 7

Sommer 2016

Simulation des Regelkreises mit Polvorgaberegler

- Regelstrecke:

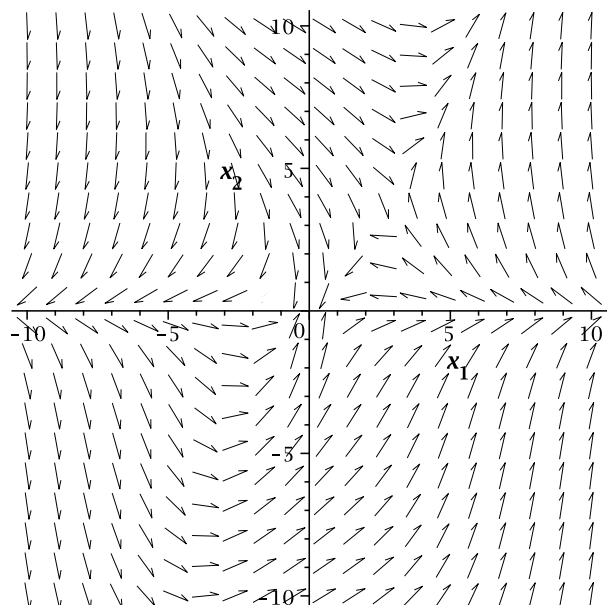
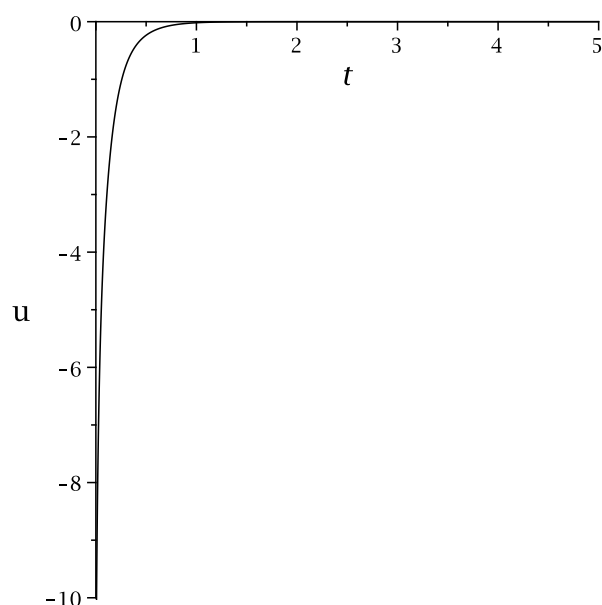
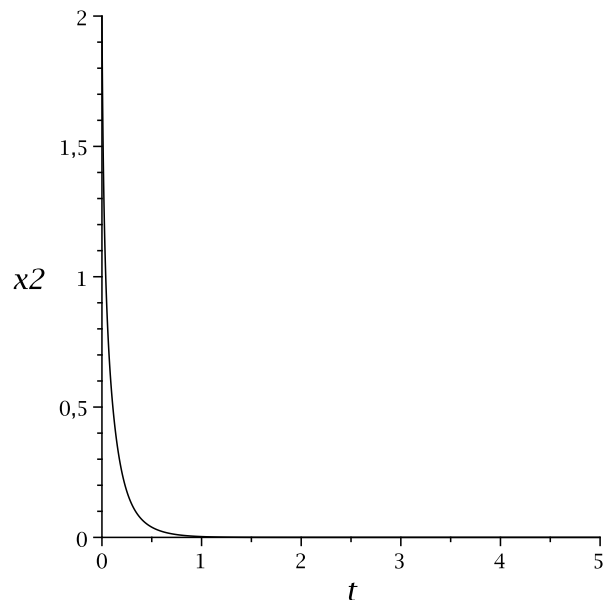
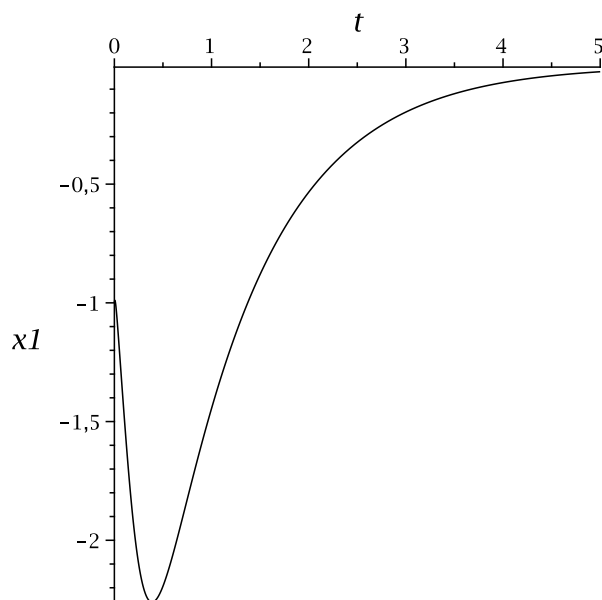
$$\dot{x}_1 = -x_1 + x_2^4 + x_1^2 u$$

$$\dot{x}_2 = x_2 + x_1^3 x_2^2 + (1 + x_2^2) u$$

- Regler:

$$u(x_2) = -6 x_2$$

- Anfangswerte für die Simulation: $x_1(0) = -1, \quad x_2(0) = 2,$



Simulation des Regelkreises mit Linear Quadratisch optimalem Regler (LQR)

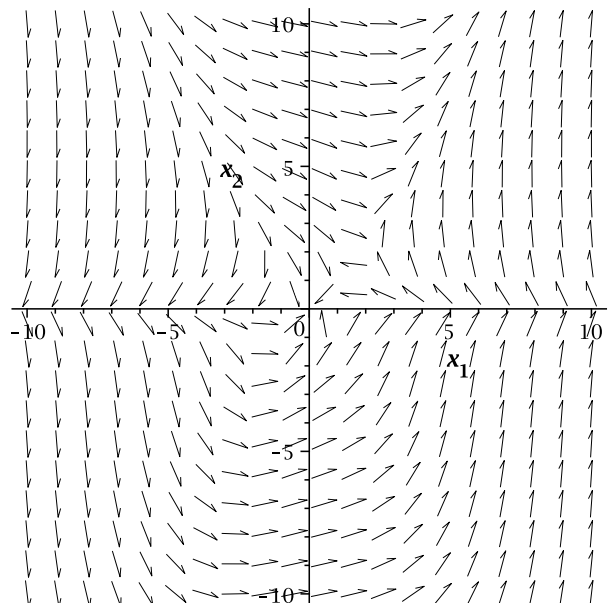
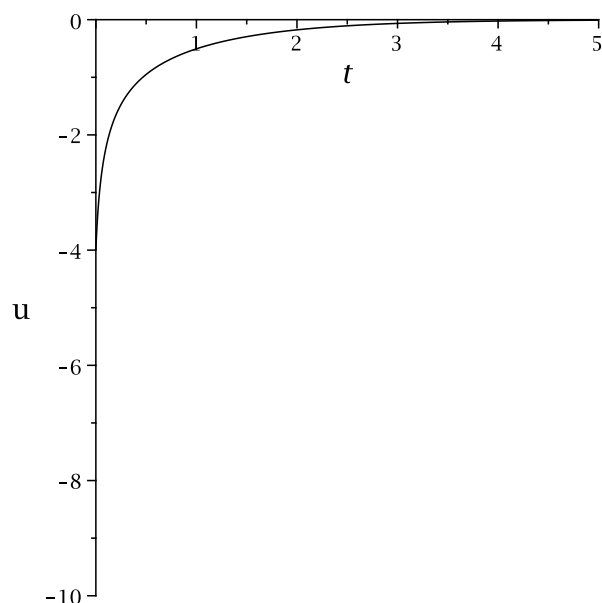
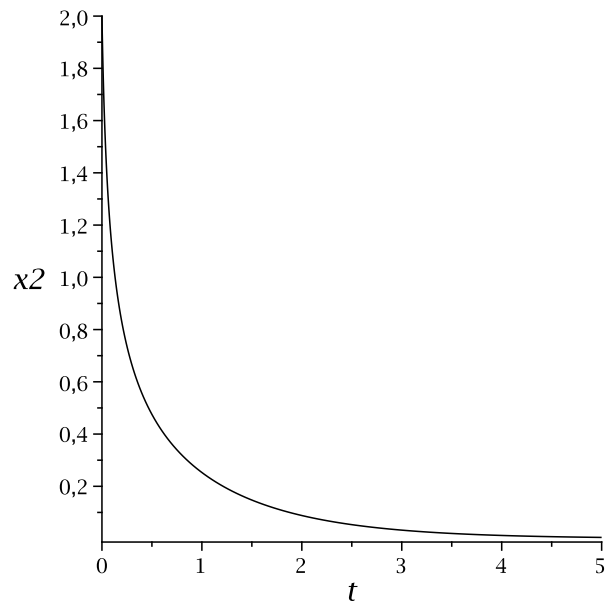
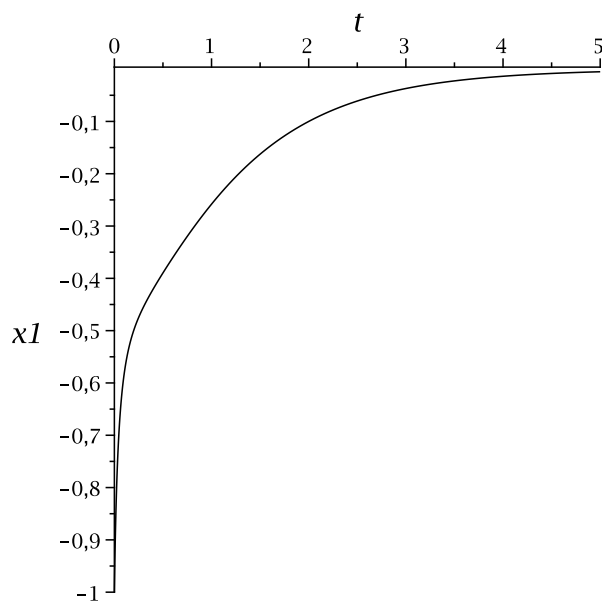
- Regelstrecke:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -x_1 + x_2^4 + x_1^2 u \\ \dot{x}_2 &= x_2 + x_1^3 x_2^2 + (1 + x_2^2) u\end{aligned}$$

- Regler:

$$u(x_2) = -2 x_2$$

- Anfangswerte für die Simulation: $x_1(0) = -1, \quad x_2(0) = 2,$



Simulation des Regelkreises mit LQR und LgV-Regler

- Regelstrecke:

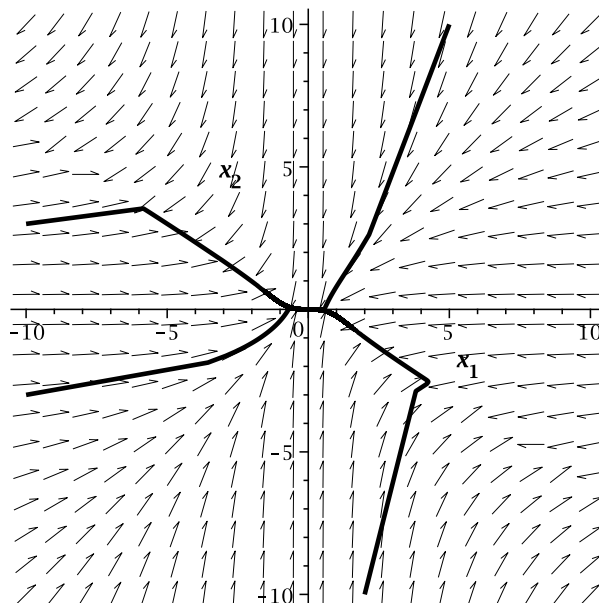
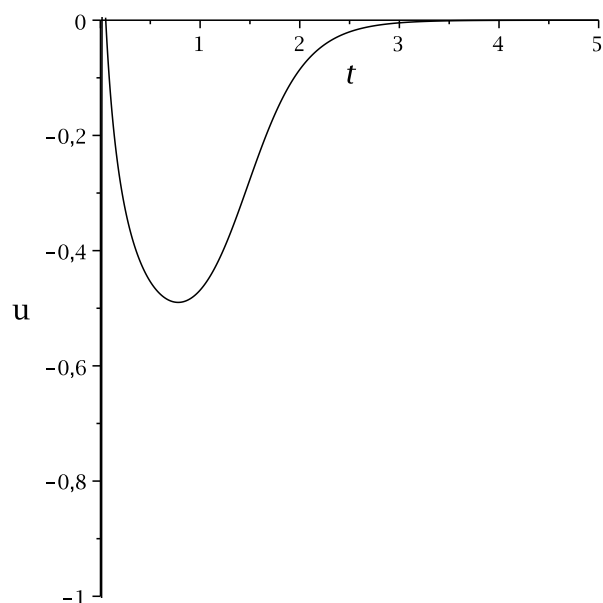
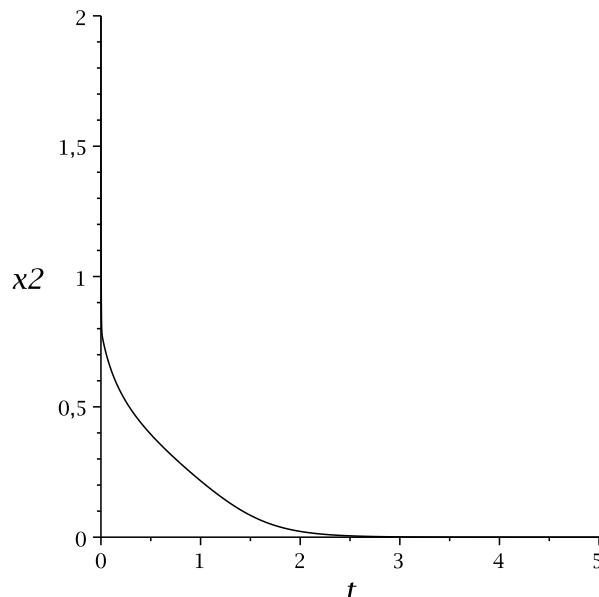
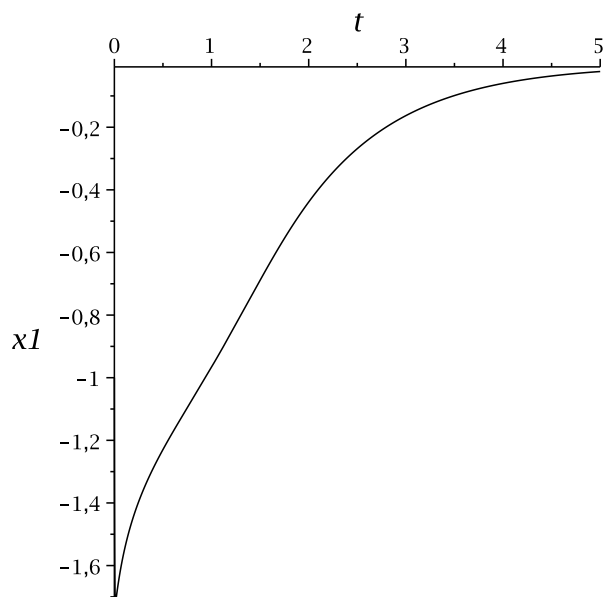
$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_1 + x_2^4 + x_1^2 u \\ \dot{x}_2 &= x_2 + x_1^3 x_2^2 + (1 + x_2^2) u \end{aligned}$$

- Regler: LQR und LgV-Regler mit Verstärkung $K = 10$

$$u(x) = u_{\text{LQR}}(x_2) + u_{\text{LgV}}(x_1, x_2) = -2x_2 - 10x_1^3 - 40x_2(1 + x_2^2)$$

mit lokaler Lyapunov-Funktion $V(x) = \frac{1}{2}x_1^2 + \frac{1}{10}x_2^2$.

- Anfangswerte für die Simulation: $x_1(0) = -1, \quad x_2(0) = 2,$



Simulation des Regelkreises mit LQR und Sontags Universalregler

- Regelstrecke:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_1 + x_2^4 + x_1^2 u \\ \dot{x}_2 &= x_2 + x_1^3 x_2^2 + (1 + x_2^2) u \end{aligned}$$

- Regler: $u(x) = u_{\text{LQR}}(x_2) + u_{\text{Sontag}}(x_1, x_2) =$

$$= \begin{cases} -2x_2 - \frac{L_{\bar{f}}V(x) + \sqrt{(L_{\bar{f}}V(x))^2 + (L_gV(x))^4}}{L_gV(x)} & , L_gV(x) \neq 0 \\ -2x_2 & , L_gV(x) = 0 \end{cases}$$

mit lokaler Lyapunov-Funktion $V(x) = \frac{1}{4}x_1^2 + 1x_2^2$ und $\bar{f}(x) = f(x) + g(x)u_{\text{LQR}}(x_2)$. Damit ist:
 $L_{\bar{f}}V(x) = (-x_1 + x_2^4 - 2x_2x_1^2)x_1 + 4(x_2 + x_1^3x_2^2 - 2x_2(1+x_2^2))x_2$, $L_gV(x) = x_1^3 + 4x_2(1+x_2^2)$.

- Anfangswerte für die Simulation: $x_1(0) = -1, \quad x_2(0) = 2,$

