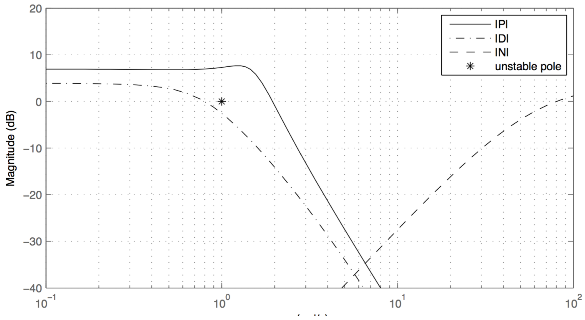
Errata zum Skript

Notation

- Rot: Korrekturen.
- Blau: Ergänzerungen.

Liste Korrekturen/Ergänzung

- Seite 40:
$$P(s) = \begin{bmatrix} -\frac{\frac{1}{s+0.01}}{\frac{+s+4}{3\cdot(s^2+8\cdot s+18)}} & \frac{\frac{1}{s+0.01}}{\frac{+s+4}{3\cdot(s^2+8\cdot s+18)}} \end{bmatrix}.$$
- Seite 11: Abbildung 3:
Struktur des kaskadierten Regelkreises (mit $u_\text{s} = y_\text{f}$).
- Seite 16:
$$P(s) = \frac{k}{s\cdot(b\cdot s+1)}\cdot e^{-s\cdot\tau}, \qquad T_\text{ref}(s) = \frac{1}{\sigma\cdot b\cdot s+1}\cdot e^{-s\cdot\tau}, \qquad \text{mit } k, b, \sigma \in \mathbb{R}^+.$$
- Seite 34:
Faktor $2\cdot\pi$ in den Frequenzen:
  - ☐ $x(t) = \cos(4\cdot\pi\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \cos(4\cdot\pi\cdot t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = 2\cdot\cos(4\cdot\pi\cdot t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = \cos(0.2\cdot\pi\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \cos(0.2\cdot\pi\cdot t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = 2\cdot\cos(0.2\cdot\pi t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = \cos(\pi\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \cos(\pi\cdot t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = 2\cdot\cos(\pi\cdot t+\pi)$
  - ☐ $x(t) = \cos(0.2\cdot\pi\cdot t)+\cos(4\cdot\pi\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \sin(0.2\cdot\pi\cdot t)+\sin(0.4\cdot\pi\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \sum_{i=1}^{100}\cos(2\cdot\pi/(i+1)\cdot t)$
  - ☐ $x(t) = \sum_{i=1}^{100}\cos(2\cdot\pi/(i+2)\cdot t)$
- Seite 51:
Durch Einsetzen von x_max in (5.10) bekommt man:
$$\|y\|_\text{max} = 2, \qquad \|y\|_\text{min} = \frac{1}{2}.$$
- Seite 9:
Es gilt:
  - $\alpha < 1$: Lead-Element: Phasenreserve wird erhöht, Betrag des Reglerkreises erhöht.
  - $\alpha > 1$: Lag-Element: Phasenreserve wird verkleinert, Betrag des Reglerkreises verkleinert.
- Seite 32: Abbildung fehlt.



- Seite 18:
  Die Regelstrecke wurde von Ihrem Kollegen modelliert. Allerdings hat er nur die Zustandsraumbeschreibung hergeleitet. Sie ist gegeben durch

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix} \cdot u(t) \\ \hat{y}(t) &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot x(t) \\ y(t) &= \hat{y}(t-\tau).\end{aligned}$$

- Seite 53:
  Gegeben die Singularwertzerlegung $P(j \cdot \omega) = U \cdot \Sigma \cdot V^*$ bei einer bestimmen Frequenz ω wird die maximale/minimale Verstärkung durch Anregung in Richtung Spaltenvektoren von V. Die Antwort des Systems wird dann in Richtung U sein.

- Seite 58:
  Beim LQR Problem will man das Kriterium

$$J(x,u) = \int_0^{\infty} (\underbrace{x^\intercal \cdot Q \cdot x}_{\text{Fehler}} + \underbrace{u^\intercal \cdot R \cdot u}_{\text{eingesetze En.}}) \, \mathrm{d}t,$$

  minimieren, wobei

$$Q \in \mathbb{R}^{n \times n} \qquad R \in \mathbb{R}^{m \times m}$$

  zwei symmtrische Matrizen sind. Die Matrix R muss positiv definit sein, die Matrix Q positiv semidefinit.

- Seite 64:
  Führe die Zustandsvariable

$$\tilde{x} = \begin{bmatrix} x(t) \\ \hat{x}(t) \end{bmatrix}$$

  bekommt man folgende Open-loop Dynamik

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\tilde{x}(t) = \tilde{A}_{\text{ol}} \cdot \tilde{x}(t) + \tilde{B} \cdot e(t),$$

  mit

$$\tilde{A}_{\text{ol}} = \begin{bmatrix} A & -B \cdot K \\ 0 & A - B \cdot K - L \cdot C \end{bmatrix}, \qquad \tilde{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ -L \end{bmatrix}, \qquad \tilde{C} = \begin{bmatrix} C & 0 \end{bmatrix}.$$

- Seite 64:
  Matlab Befehle:
  `K = lqr(A,B,C_tilde'*C_tilde,r*eye(m,m)),L = lqr(A',C',B_bar*B_bar',q*eye(p,p))'.`

- Seite 45, Aufgabe 4:
  An Ihrem ersten Arbeitstag in der Firma SCS Inc. erhalten Sie die Aufgabe zu beurteilen, ob für ein MIMO-System mit der Übertragungsmatrix
  $$P(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & \alpha \\ \frac{s+2}{s+1} & -\frac{1}{s} \end{bmatrix} \qquad \text{mit } \alpha \in \mathbb{R}$$

- Seite 12:
  Die Geschwindigkeit einer Strecke kann anhand der Pole (und der Totzeiten) geschätzt werden: Die Dynamik ist gegeben von dem betragsmässigen kleinsten Pol.

- Seite 36: Herleitung RGA Matrix:
  Für den Output y_1 gilt
  $$y_1 = P_{11} \cdot u_1 + P_{12} \cdot u_2$$
  Der Input u_2 lässt sich berechnen mit
  $$y_2 = P_{21} \cdot u_1 + P_{22} \cdot u_2 = P_{21} \cdot u_1 + P_{22} \cdot C_{22} \cdot y_2$$
  und lautet
  $$u_2 = C_{22} \cdot y_2 = C_{22} \cdot \frac{P_{21}}{1 - P_{22} \cdot C_{22}}.$$
  Der Output y_1 ist somit
  $$y_1 = \left(P_{11} + \frac{P_{12} \cdot C_{22} \cdot P_{21}}{1 - P_{22} \cdot C_{22}} \right) \cdot u_1.$$

- Seite 64: Bemerkung zu A_{cl}: Man kann zeigen, dass die Eigenwerte von A_{cl} sind gegeben durch die Eigenwerte von $A - B \cdot K$ und $A - L \cdot C$. Dieses nennt man auch Separationsprinzip.