

5 Erste Analyse des Regelkreises

Zoltán Zomotor

Versionsstand: 14. Oktober 2015, 14:55



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Aufgabe 1: Review-Fragen

1. Geben Sie drei Vorteile der Rückführung in einem Regelkreis an.
2. Geben Sie zwei Nachteile der Rückführung an.
3. Warum sollten Sie den D-Anteil in die Rückführung und nicht in den Vorwärtspfad legen?

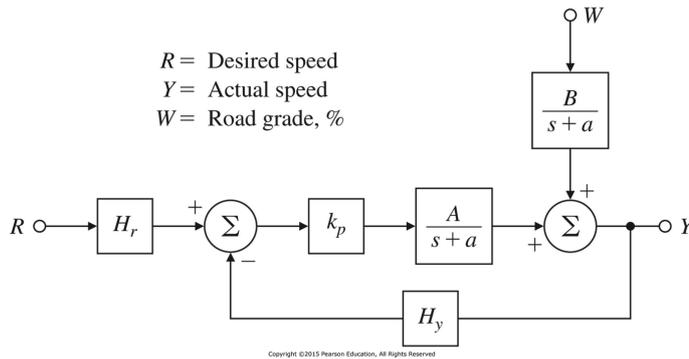
Aufgabe 2: Die grundlegenden Regelungsgleichungen

1. [FPE10, Aufgabe 4.4] Die Übertragungsfunktion des aufgeschnittenen Einheits-Regelkreises¹ sei

$$G(s) = \frac{A}{s(s+a)}$$

- a) Bestimmen Sie die Sensitivität S_A^T der Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises $T(s)$ zu Änderungen im Parameter A .
 - b) Bestimmen Sie die Sensitivität S_a^T von $T(s)$ zu Änderungen im Parameter a .
 - c) Die Einheits-Verstärkung in der Rückführung ändere sich zu einem Wert $\beta \neq 1$. Berechnen Sie die Sensitivität S_β^T von $T(s)$ zu β .
2. [FPE15, Aufgabe 4.27] Betrachten Sie den Geschwindigkeitsregler in folgender Abbildung:

¹Der Einheits-Regelkreis hat die Verstärkung 1 in der Rückführung.



[FPE15, Figure 4.40]

- a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion von $W(s)$ und von $R(s)$ zu $Y(s)$.
- b) Nehmen Sie an, dass die Wunschgeschwindigkeit konstant r ist, so dass $R(s) = \frac{r_0}{s}$ gilt. Die Straße sei nicht geneigt, so dass $w(t) = 0$ ist. Bestimmen Sie die Verstärkungen k_p , H_r und H_y für den offenen ($H_y = 0$) und den geschlossenen ($H_y \neq 0$) Regelkreis, so dass

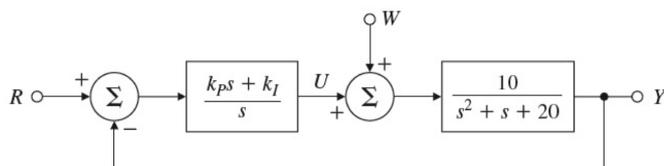
$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = r_0$$

gilt.

- c) Bestimmen Sie den sich ergebenden Stationärwert des offenen und des geschlossenen Regelkreises unter der Annahme einer konstanten Störung (Steigung) $W(s) = \frac{w_0}{s}$ zusätzlich zum Referenzeingang. Wie groß ist die Abweichung der Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Steigung für den offenen und den geschlossenen Regelkreis? Wie sollte die Reglerverstärkung k_p gewählt werden, um die bleibende Regelabweichung zu verringern?

Aufgabe 3: Der klassische PID-Regler

1. [FPE10, Aufgabe 4.28] Betrachten Sie folgendes System:



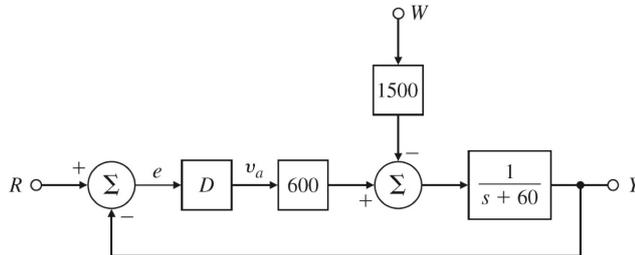
[FPE10, Figure 4.40]

- a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion von R zu Y .
- b) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion von W zu Y
2. [FPE10, Aufgabe 4.29] Die Differentialgleichung

$$\dot{y} + 60y = 600v_a - 1500w$$

beschreibt die Geschwindigkeit des Gleichstrom-Motors in dem unten abgebildeten Regelkreis, wobei y die Motorgeschwindigkeit, v_a die elektrische Ankerspannung und w das Lastmoment ist. Die Ankerspannung soll mit einem PI-Regler berechnet werden:

$$v_a = \left(k_p e + k_I \int_0^t e dt \right) \quad \text{mit } e = r - y$$

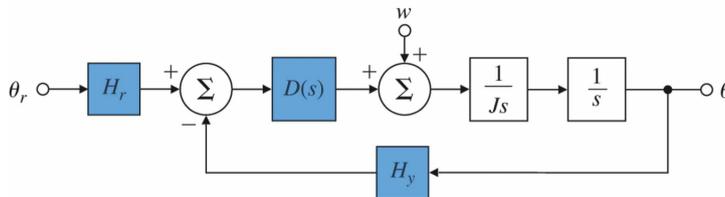


[FPE10, Figure 4.41]

- Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion von W zu Y als Funktion von k_p und k_I .
- Bestimmen Sie k_p und k_I , so dass die charakteristische Gleichung des geschlossenen Regelkreises die Pole $-50 \pm 50i$ hat.

Hinweis: Setzen Sie $R = 0$.

3. [FPE10, Aufgabe 4.31] Betrachten Sie die Satelliten-Regelung in folgender Abbildung.



Θ = Winkel

$H_y = 1$ Sensor-Skalierung

$H_r = 1$ Referenzsensor-Skalierung

w = Störmoment

Bestimmen Sie im Folgenden immer zunächst die Gleichungen mit den Parametern H_r und H_y .

- Geben Sie für einen P-Regler mit $D(s) = k_p$ an, für welche Werte von k_p das System *stabil* ist.
- Geben Sie für einen PD-Regler mit $D(s) = k_p + k_D s$ die bleibende Regelabweichung der Sprungantwort an.
- Geben Sie für einen PD-Regler mit $D(s) = k_p + k_D s$ die bleibende Regelabweichung bei einem Einheitssprung des Störmoments w an.

- d) Geben Sie für einen PI Regler mit $D(s) = k_p + k_I/s$ an, für welche Werte von k_p und k_I die Übertragungsfunktion stabil ist. (Stabilität ist Thema der nächsten Vorlesung).
- e) Geben Sie für einen PI Regler mit $D(s) = k_p + k_I/s$ an, für welche Werte von k_p und k_I die Stör-Übertragungsfunktion stabil ist. (Stabilität ist Thema der nächsten Vorlesung).
- f) Geben Sie für einen PID-Regler mit $D(s) = (k_p + k_I/s + k_D s)$ die bleibende Regelabweichung an.
- g) Geben Sie für einen PID-Regler mit $D(s) = (k_p + k_I/s + k_D s)$ die bleibende Regelabweichung bei einem Einheitsprung des Störmoments w an.

Literatur

- [FPE10] Gene F. Franklin, J. David Powell und Abbas Emami-Naeini. *Feedback Control of Dynamic Systems*. 6th international edition. Pearson Prentice Hall, 2010.
- [FPE15] Gene F. Franklin, J. David Powell und Abbas Emami-Naeini. *Feedback Control of Dynamic Systems*. 7th global edition. Pearson Prentice Hall, 2015.