

Aufgabe 1:

Gegeben ist die Übertragungsfunktion einer Regelstrecke:

$$G_S(s) = \frac{10}{(2s+1) \cdot (s+1) \cdot (s+10)}$$

- a) Das System soll mit einem PID-Regler geregelt werden.
Suchen Sie eine passende Einstellregel heraus und dimensionieren Sie den Regler.
- b) Angenommen die Parameter des PID-Reglers sind $T_N = 2$, $T_V = 1$, $K_P = 5$.
Die Übertragungsfunktion des (idealen) PID-Reglers sei:

$$G_R(s) = \frac{K_P(sT_N + 1)(sT_V + 1)}{sT_N}$$

Wie lautet die Übertragungsfunktion des geregelten Systems?

- c) Schwingt die Regelgröße bei einem Sollwertsprung über? (Begründung)

Aufgabe 2:

Ein System wird durch die folgende Differentialgleichung beschrieben:

$$\ddot{y}(t) + 8\dot{y}(t) + 12y(t) = 5e(t) + 12$$

- a) Linearisieren Sie das System und geben Sie die Übertragungsfunktion an.
- b) Das System soll mit einem PID-Regler geregelt werden (schnelles Anregeln).
Suchen Sie eine passende Einstellregel heraus und dimensionieren Sie den Regler.

Aufgabe 3:

Am Korb eines Fesselballons sind zwei durch Elektromotoren angetriebene Propeller P_1 und P_2 angebracht. Propeller P_1 dreht mit konstanter Drehzahl, die Drehzahl des Propellers P_2 ist über die Antriebsspannung u einstellbar.

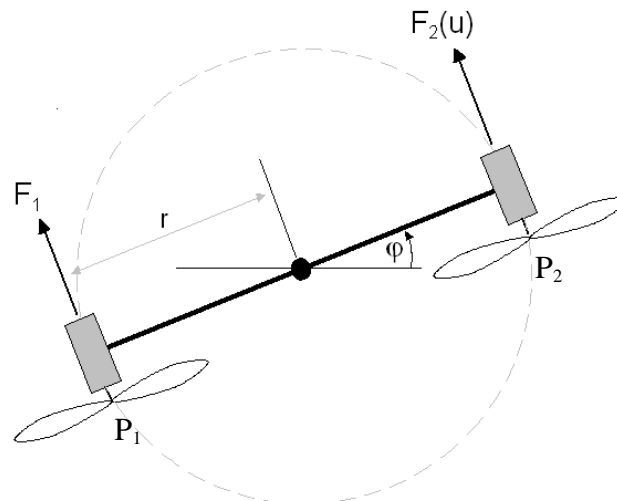
Durch Veränderung der Drehzahl des Propellers P_2 kann der Korb in verschiedene Richtungen gedreht werden (Zweck: Schwenken einer Luftbildkamera).

Es gelten folgende Gleichungen:

$$J\ddot{\phi}(t) = r \cdot (F_2(t) - F_1) \quad (1) \quad \begin{array}{l} J: \text{Massenträgheitsmoment der Anordnung,} \\ \ddot{\phi}: \text{Winkelbeschleunigung, } F_1, F_2: \text{Antriebskräfte} \end{array}$$

$$T \cdot \dot{F}_2(t) + F_2(t) = k_1 \cdot u(t) \quad (2) \quad \begin{array}{l} k_1: \text{Konstante, } u: \text{Antriebsspannung, } T: \text{Zeitkonstante} \end{array}$$

Folgende Werte sind gegeben: $F_1 = 5\text{N}$, $k_1 = 0.5 \text{ N/V}$, $r = 0.5\text{m}$, $T = 0.5\text{s}$, $J = 2.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$



Blick von oben auf die Propelleranordnung

- Linearisieren und Normieren (auf SI-Einheiten) Sie Differentialgleichung (1).
- Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_1(s) = \frac{\phi(s)}{F_2(s)}$ an.
- Geben Sie die Spannung u_0 des ruhenden Systems an.
- Linearisieren und Normieren (auf SI-Einheiten) Sie Differentialgleichung (2).
- Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_2(s) = \frac{F_2(s)}{U(s)}$ an.
- Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_s(s) = \frac{\phi(s)}{U(s)}$ an.
- Das System soll mit einem PD-Regler stabilisiert werden. Legen Sie die Reglerparameter (K_R , T_V) so fest (20% Überschwingen erlaubt).

Ergebnisse:

1a) 3 x PT1 → Betragsoptimum

$$T_N = 2, \quad T_V = 1, \quad K_P = 10$$

1b)

$$G(s) = \frac{25}{s^2 + 10s + 25}$$

1c) 2 reelle Pole bei $s = -5$ → kein Überschwingen

2a)

$$\Delta \ddot{y} = -8\Delta \dot{y} - 12\Delta y + 5\Delta e$$
$$G_s(s) = \frac{\frac{5}{12}}{s(\frac{1}{2}s + 1)(\frac{1}{6}s + 1)}$$

2b) 2 x PT1 + 1 x I → symm. Optimum

$$\beta = 2, \quad T_N = \frac{2}{3}, \quad T_V = \frac{1}{2}, \quad K_P = 7.2$$

3a/b)

$$\Delta \ddot{\phi} = 0.2\Delta F_2$$
$$G_1(s) = \frac{0.2}{s^2}$$

3c/d/e)

$$u_0 = 10V$$
$$\Delta \dot{F}_2 = \Delta u - 2\Delta F_2$$
$$G_2(s) = \frac{1}{s + 2}$$

3f)

$$G_s(s) = \frac{0.1}{s^2(\frac{1}{2}s + 1)}$$

3g) → Einstellregel für doppelt-integrierende Systeme

$$\alpha = 20, \quad T_1 = 1.12, \quad K_R = 0.089$$