Übung 3 - Kaskadierte Regelung

1 Kaskadierte Regelung

1.1 Struktur des kaskadierten Regelkreises

Bis jetzt haben wir immer nur mit SISO Systeme gearbeitet. Es gibt aber auch Regelkreise, bei denen wir zusätzliche Informationen erhalten, die man benutzen kann, um einen besseren Regelkreis zu bauen. Solche Systeme nennt man auch SIMO[1] und können, wenn einige Vorausssetzungen erfüllt sind, mit dem kaskadierten Regler geregelt werden. Die Struktur ist in Abbildung 1 dargestellt.

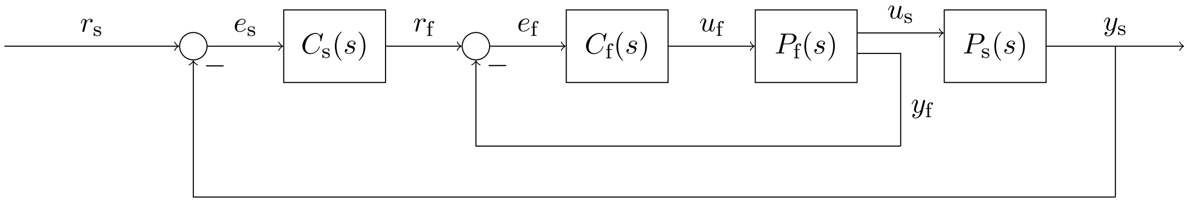

Abbildung 1: Struktur des kaskadierten Regelkreises.

Diese Konfiguration ist besonders geeignet wenn die Subsysteme deutlich unterschiedliche Antowortsgeschwindigkeiten besitzen. Die Grundidee ist einen Regler $C_f(s)$ für den schnellen inneren Regelkreis und einen Regler $C_s(s)$ für den langsamen äusseren Regelkreis auszulegen.

Bemerkung. Der Regelkreis kann auch wie folgt dargestellt werden. Die sind aber nur Spezialfälle der in Abbildung 1 gezeigten Struktur.k

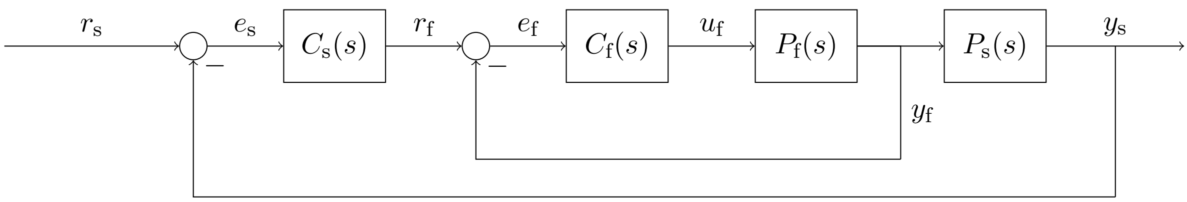

Abbildung 2: Struktur des kaskadierten Regelkreises (mit $u_s = y_s$).

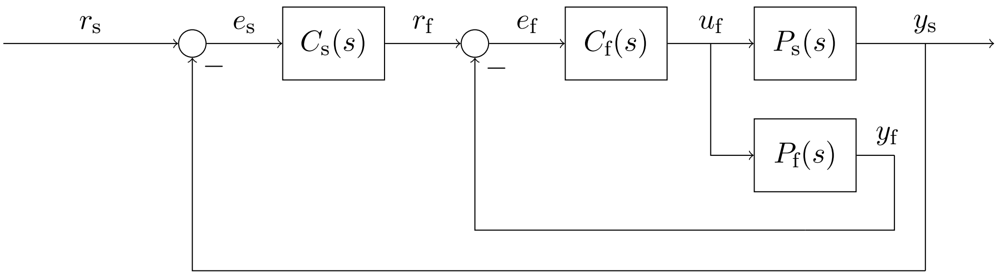

Abbildung 3: Struktur des kaskadierten Regelkreises.

[1]Single Intput Multiple Output.

1.1.1 Schneller Regelkreis

Der schnelle Regler $C_\mathrm{f}(s)$ wird (z.B. nach Ziegler Nichols) ohne Berücksichtigung des langsamen Regelkreises ausgelegt. Oft geht es um einen P(D) Regler (ohne Integralteil, um die Bandbreite voll auszunutzen).

1.1.2 Langsamer Regelkreis

Der langsamen Regler $C_\mathrm{s}(s)$ wird (z.B. nach Ziegler Nichols) mit geschlossem inneren Regelkreis ausgelegt. Oft geht es um einen PI(D) Regler, um keinen statischen Nachlauffehler aufzuweisen.

Bemerkung. Diese Struktur kann auch für Systeme bestehend aus mehreren Kreisen (mit entsprechenden verfügbaren Signalen) verallgemeinert werden.

1.2 Geschwindigkeit einer Strecke

Die Geschwindigkeit einer Strecke kann anhand der Pole (und der Totzeiten) geschätzt werden: Die Dynamik ist gegeben vom kleinsten Pol. Das kann mit der Gleichung für die Berechnung der Inverse Laplace Transformation einer Funktion $Y(s)$ gezeigt werden:

$$y(t) = \sum_{i=1}^{p} \sum_{k=1}^{\phi_i} \frac{\rho_{i,k}}{(k-1)!} \cdot t^{k-1} \cdot e^{\pi_i \cdot t} \cdot h(t). \tag{1.1}$$

Beispiel. Gegeben seien zwei Regelstrecke zweiter Ordnung $P_1(s)$ und $P_2(s)$. Die Pole π_1 und π_2 sind in folgenden Tabellen zusammengefasst. Man bestimme $P_\mathrm{s}(s)$ und $P_\mathrm{f}(s)$.

1.

System	π_1	π_2
$P_1(s)$	-1	-100
$P_2(s)$	-10	-50

2.

System	π_1	π_2
$P_1(s)$	1	100
$P_2(s)$	1	10

1. $P_1(s)$ hat den kleinsten Pol im System, d.h. $P_\mathrm{s}(s) = P_1(s)$ und $P_\mathrm{f}(s) = P_2(s)$.
2. Da der kleinste Pol gleich für beide System ist, kann man nicht zwischen schnelles und langsames System unterscheiden. In diesem Fall ist die kaskadierte Regelung nicht geeignet.

1.3 Tipps für die Serie

Teilaufgabe e)

- Strecke teilweise invertieren. Was darf nicht invertiert werden?
- Ist der Regler realisierbar?
- Braucht man eine positive oder eine negative Verstärkung?
- Braucht man einen Integrator im Regler?