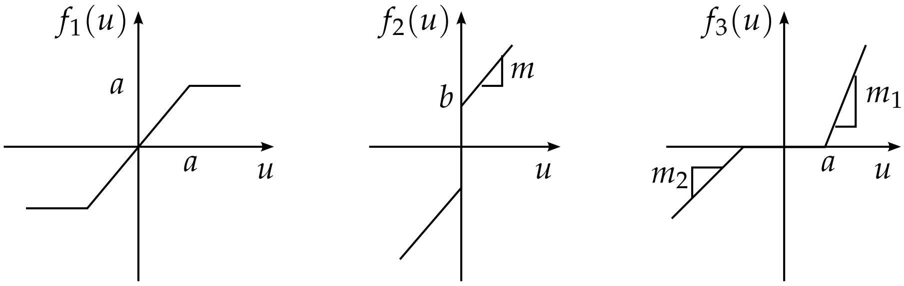
Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 2. Übung

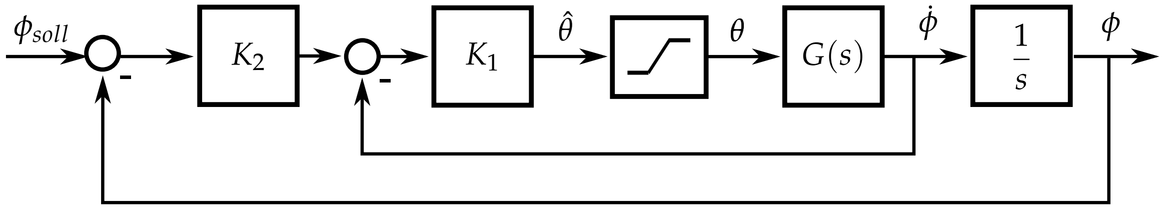
Aufgabe 1* (Sektorabschätzung)

Gegeben sind folgende nichtlineare Kennlinien. Geben Sie falls möglich jeweils den kleinsten Sektor an, den Sie der Kennlinie zuordnen können.



Aufgabe 2†* (Bestimmung lineares Teilsystem)

Für die Kursregelung eines Schiffes ist folgender Regelkreis entworfen worden:

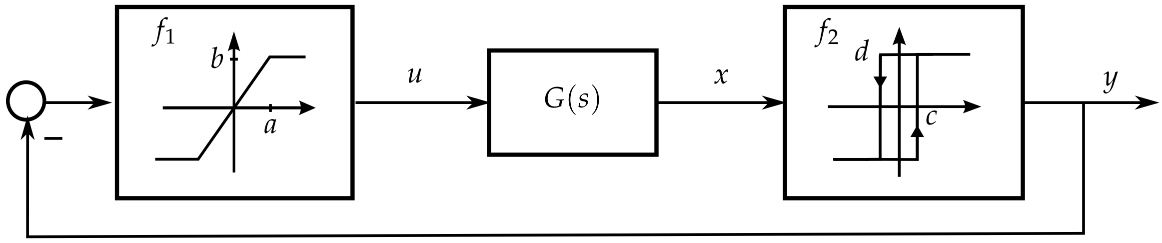


Dabei bezeichnet $G(s)$ die Abhängigkeit der Gierrate $\dot{\phi}$ des Schiffes vom Ruderwinkel θ, $K_1 \in \mathbb{R}$ ist die Verstärkung des inneren P-Reglers, $K_2 \in \mathbb{R}$ die des äußeren. Der Ruderwinkel ist auf das Intervall $[-10, 10]$ beschränkt.

Bringen Sie den Regelkreis auf die Form des Lur'e Systems. Wie ergibt sich die Übertragungsfunktion des linearen Teils?

Aufgabe 3* (Zusammenfassung von Nichtlinearitäten)

Überführen Sie den Regelkreis aus unten stehenden Blockschaltbild in die Standardform und bestimmen Sie die darin wirkende Nichtlinearität.



[*] Diese Aufgabe soll anhand des Vorlesungsstoffs **vor der Übung** bearbeitet werden.
[†] Beispiel entlehnt aus: Adamy, Nichtlineare Regelungen, Springer 2009

Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 2. Übung

Aufgabe 4 (Sektortransformation)

Gegeben ist das Lur'e System mit $G(s)$ und ϕ im Sektor $[k_1, k_2]$. Durch geeignete Wahl von $\tilde{\phi}$ kann das System in ein neues Lur'e System mit $\tilde{G}(s)$ und Nichtlinearität $\tilde{\phi}$ im Sektor $[0, k]$ überführt werden.

Bestimmen Sie $\tilde{\phi}$, $\tilde{G}(s)$ und k des neuen Lur'e Systems in Abhängigkeit von ϕ, $G(s)$ sowie k_1, k_2 des Originalsystems.

Aufgabe 5 (Stabilisierung stationäre, lineare Rückkopplung)

Gegeben ist die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{s+2}{(s+1)(s-1)}$ mit stationärer Rückführung $k \in \mathbb{R}$.

a) Für welche $k \in \mathbb{R}$ ist die Aizermann'sche Vermutung erfüllt?

b) Zeigen Sie, dass $\tilde{G} = \frac{G}{1+kG}$ für $k > 2$ passiv ist!

Aufgabe 6[‡] (Notwendige und hinreichende Bedingung für SPR)

Gegeben sind die Übertragungsfunktionen

$$H_1(s) = \frac{1}{s+\alpha} \quad \text{und} \quad H_2(s) = \frac{s+\alpha+\beta}{(s+\alpha)(s+\beta)} \quad \text{mit} \quad \alpha, \beta > 0.$$

a) Überprüfen Sie, ob $H_1(s)$ und $H_2(s)$ streng positiv reell sind.

Im Zusammenhang mit streng positiv reellen Funktionen findet man auch folgende Bedingungen:

i) $H(s)$ ist analytisch für $\mathrm{Re}(s) \geq 0$ und $\mathrm{Re}(H(j\omega)) > 0$ für alle $\omega \in \mathbb{R}$.

ii) $H(s)$ ist analytisch für $\mathrm{Re}(s) \geq 0$ und $\mathrm{Re}(H(j\omega)) \geq \delta > 0$ für alle $\omega \in \mathbb{R}$.

Zeigen Sie anhand von dem Ergebnis aus a),

b) daß Bedingung i *notwendig*, aber *nicht hinreichend* für SPR ist, und

c) daß Bedingung ii *hinreichend*, aber *nicht notwendig* für SPR ist.

[‡]Beispiel aus: Narendra, Annaswamy; „Stable Adaptive Systems“, Prentice Hall, 1989.