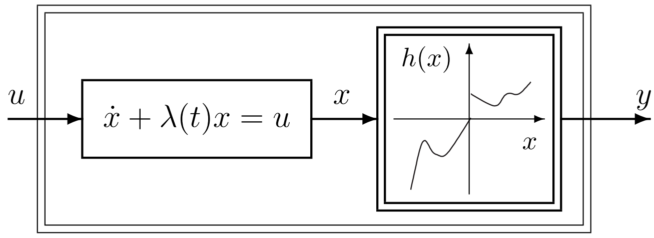
Lehrstuhl für INFORMATIONSTECHNISCHE REGELUNG Prof. Dr.-Ing. Sandra Hirche **Lehrstuhl für STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK** Prof. Dr.-Ing./Univ. Tokio Martin Buss Technische Universität München	**DYNAMISCHE SYSTEME** 5. Übung

1. Aufgabe: Passivität

Betrachtet wird das System mit dem Eingang u und dem Ausgang y



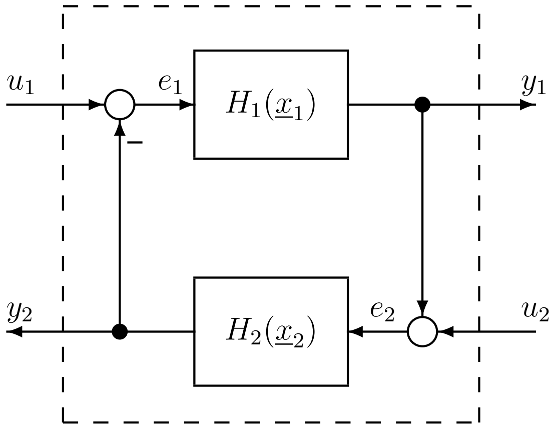
wobei ferner gilt: $y = h(x)$, mit $\text{sign}(h(x)) = \text{sign}(x)$ und $\lambda(t) \geq 0$.

1.1 Ist $u(t) \to y(t)$ passiv?

1.2 Für welche $\lambda(t)$ ist die Abbildung $u(t) \to y(t)$ strikt passiv?

2. Aufgabe: Feedback Connection

Gegeben seien zwei passive Systeme $H_1(\underline{x}_1)$ und $H_2(\underline{x}_2)$. Die beiden Systeme sind wie abgebildet in Vierpolarchitektur verschaltet.



2.1 Zeigen Sie, dass das Gesamtsystem passiv ist.

2.2 Wie wirkt sich eine Vorzeichenänderung auf die Passivität des Gesamtsystems aus, wenn

a) $e_1 = u_1 + y_2 \quad \wedge \quad e_2 = u_2 - y_1$

b) $e_1 = u_1 + y_2 \quad \wedge \quad e_2 = u_2 + y_1$

3. Aufgabe: Feedback Passivierung

Feedback Passivierung kann auch auf Systeme angewendet werden, die aus einer Reihenschaltung eines passiven Systems mit einem System bestehen, dessen freie Dynamik eine stabile Ruhelage im Ursprung besitzt.
Betrachten Sie das System

$$\text{(A) Angetriebenes System} \quad \left\{ \; \dot{\underline{z}} = \underline{f}_a(\underline{z}) + \underline{F}(\underline{z}, \underline{y})\underline{y} \right.$$

$$\text{(T) Treibendes System} \quad \left\{ \begin{array}{l} \dot{\underline{x}} = \underline{f}(\underline{x}) + \underline{G}(\underline{x})\underline{u} \\ \underline{y} = \underline{h}(\underline{x}) \; . \end{array} \right.$$

Es stellt eine Reihenschaltung aus einem treibenden (T) und einem angetriebenen (A) Systemteil dar.
(T) sei passiv mit einer radial unbeschränkten, positiv definiten Speicherfunktion $V(\underline{x})$.
Der Ursprung von $\dot{\underline{z}} = \underline{f}_a(\underline{z})$ sei stabil i.S.v.L. mit radial unbeschränkter Lyapunov-Funktion $W(\underline{z})$:

$$\dot{W}(\underline{z}) = \frac{\partial W}{\partial \underline{z}} \underline{f}_a(\underline{z}) \leq 0 \quad \forall \underline{z}$$

3.1 Bestimmen Sie allgemein eine Zustandsrückführung der Form

$$\underline{u} = \alpha(\underline{z}, \underline{y}) + \beta(\underline{z}, \underline{y})\underline{v}$$

derart, dass das Gesamtsystem (A)-(T) passiv mit dem Eingang $\underline{v}$ und dem Ausgang $\underline{y}$ wird. Verwenden Sie als Speicherfunktion $U(\underline{z}, \underline{x}) = W(\underline{z}) + V(\underline{x})$.

Es sei nun

$$f_a(z) = -z \; ; \qquad F(z, y) = z^2 \; ; \qquad f(x) = 0 \; ; \qquad G(x) = 1 \; ; \qquad h(x) = x \; .$$

3.2 Überprüfen Sie (T) auf Passivität. Verwenden Sie $V(x) = \frac{1}{2}x^2$.

3.3 Erfüllt die Ruhelage der freien Dynamik von (A) mit $W(z) = \frac{1}{2}z^2$ die Stabilitätsvoraussetzung?

3.4 Bestimmen Sie eine Zustandsrückführung, die das Gesamtsystem passiviert.

3.5 Prüfen Sie, ob alle Voraussetzungen des Satzes zur passivitätsbasierten Regelung erfüllt sind.

3.6 Geben Sie ein Regelgesetz $u(z, x)$ an, welches das Gesamtsystem global asymptotisch stabilisiert.