

## Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 4. Übung

---

### Aufgabe 1

Gegeben ist das lineare schaltende System

$$\dot{x} = A(t)x, \quad A(t) \in \mathcal{A} \subset \mathbb{R}^{n \times n}. \quad (1)$$

Zeigen Sie, daß die Lösungen  $x(t; t_0, x_1, \sigma^*)$  mit  $x(t_0) = x_1$  und  $x(t; t_0, x_2, \sigma^*)$  mit  $x(t_0) = x_2$  mit Schaltfunktion  $\sigma^* \in \mathcal{S}$  das Superpositionsprinzip erfüllen.

### Aufgabe 2

Beweisen Sie folgende Aussage:

Sei  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  eine Hurwitzmatrix. Jede quadratische Lyapunovfunktion von  $\Sigma_A : \dot{x} = Ax$  ist auch eine Lyapunovfunktion von  $\Sigma_{A^{-1}} : \dot{x} = A^{-1}x$ .

### Aufgabe 3

Beweisen Sie folgende Aussage:

Seien  $A_1, A_2 \in \mathbb{R}^{n \times n}$  Hurwitzmatrizen mit gemeinsamer Lyapunovfunktion  $V(x)$ . Dann ist  $V(x)$  auch eine Lyapunovfunktion von  $\Sigma_{\bar{A}} : \dot{x} = \bar{A}x$  mit  $\bar{A} \in \text{co}(A_1, A_2)$ .

### Aufgabe 4

Beweisen Sie folgende Aussage:

Seien  $A_1, A_2 \in \mathbb{R}^{n \times n}$  Hurwitzmatrizen.

$\alpha A_1 + (1 - \alpha)A_2$  ist Hurwitz für  $\alpha \in [0, 1]$   $\Leftrightarrow$   $A_1 + \gamma A_2$  ist Hurwitz für  $\gamma \geq 0$ .

### Aufgabe 5

Gegeben ist das lineare System mit  $G(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$  in negativer Rückkopplung mit der schaltenden Verstärkung  $k(t)y(t)$ , wobei  $k(t) \in \{k_1, k_2\}$ .

- Bestimmen Sie das Supremum (kleinste obere Schranke) für  $k_2$ , so dass für den geschlossenen Kreis eine gemeinsame quadratische Lyapunovfunktion existiert, wenn  $k_1 = 0$  ist.
- Bestimmen Sie das Supremum (kleinste obere Schranke) für  $k_2$ , so dass für den geschlossenen Kreis eine gemeinsame quadratische Lyapunovfunktion existiert, wenn  $k_1 = 1$  ist.
- Bestimmen Sie das Supremum (kleinste obere Schranke) für  $k_2$  nach den Kreiskriterium, wenn  $k_1 = 0$  ist.

# Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 4. Übung

## Aufgabe 6

Der Aufbau einer Leuchtstofflampe ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Ist man lediglich an der elektronischen Last der Lampe interessiert, so lässt sich dieser Aufbau mit dem Ersatzbild in Abb. 2 betrachten.

Stellen Sie jeweils ein Zustandsraummodell für alle Schalterstellungen auf. Handelt sich um zeitabhängiges oder zustandsabhängiges Schalten?

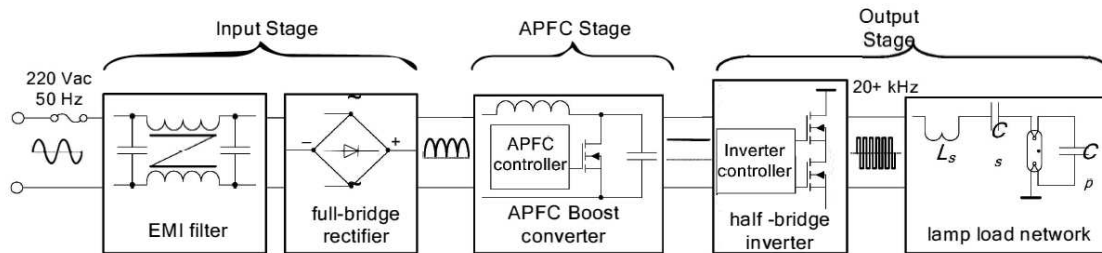


Abb. 1: Aufbau einer Leuchtstofflampe (aus [1])

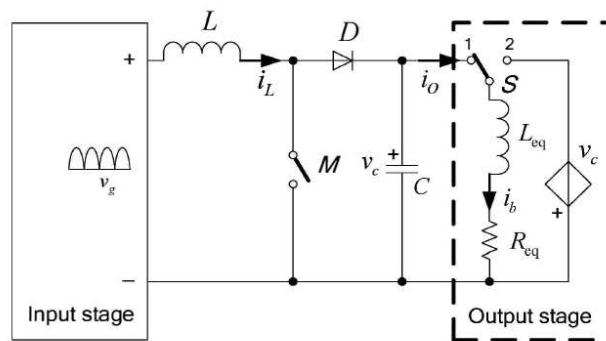


Abb. 2: Ersatzschaltbild für die elektronische Last (aus [1])

## Quellen

- [1] Xu Zhi-yu, Zhuang Wei-lin, Yu You-ling, Xu Wei-scheng, *Switched Linear System Model and Simulation Analysis of the Electronic Ballast*, International Conference on Electronics and Optoelectronics, 2011.