30–596

Regelungstechnik I

H. P. Geering & E. Shafai

2V	Fr 10–12	ML H44	
1U	Fr 8– 9	....	ab 11. April
1K	Fr 9–10	ML H44	ab 11. April

Testatbedingung: **8** von 10 Übungen akzeptiert.

Inhalt

1. Einleitung (was ist . . . . . . ?)

2. Analyse dynamischer Systeme im Frequenzbereich

3. Klassische Regelungstechnik:
   Reglerauslegung im Frequenzbereich

4. Analyse dynamischer Systeme im Zeitbereich,
   Zustandsraum-Methoden

5. Moderne Regelungstechnik:
   Optimale Zustandsregler
   Optimale Zustandsregler mit Zustands-Beobachter

1. Einleitung

Signale $\longleftrightarrow$ Systeme

zeitkontinuierlich $\longleftrightarrow$ zeitdiskret

statisches System $\longleftrightarrow$ dynamisches System

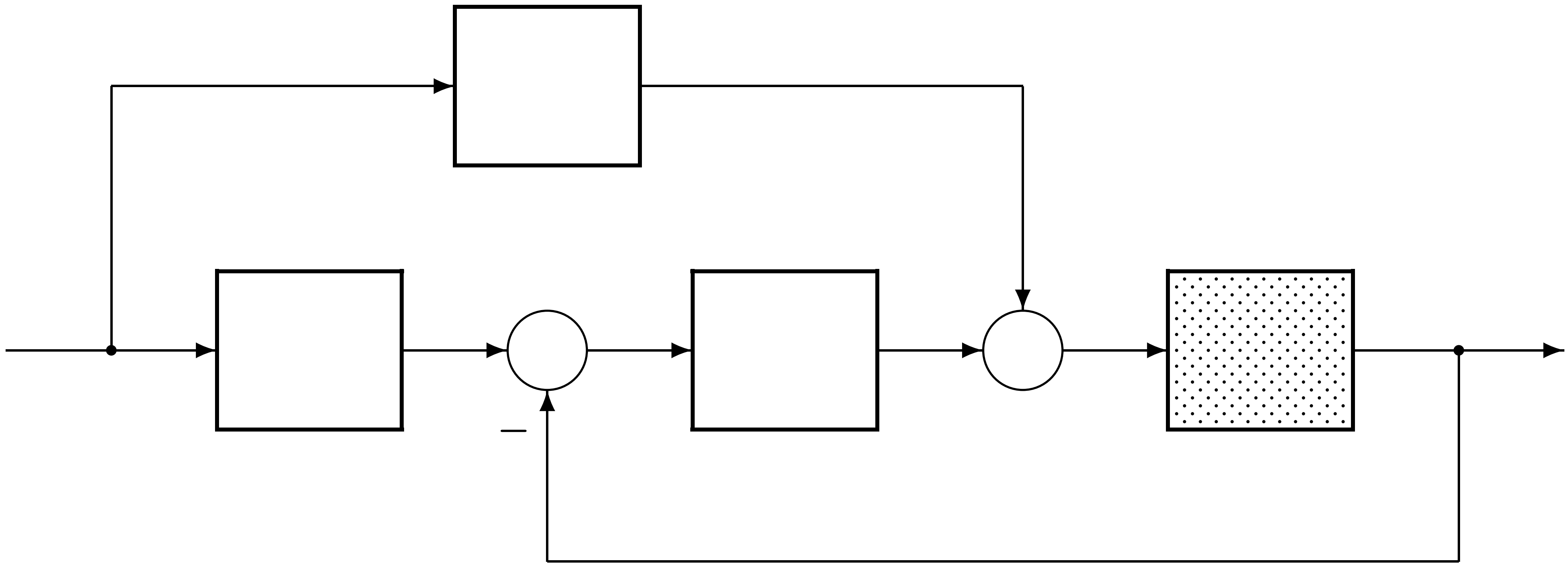
lineares System $\longleftrightarrow$ nichtlineares System

SISO $\longleftrightarrow$ MIMO

Signalflussbilder

Regelstrecke — Regler — Vorsteuerung — Vorfilter

Ziele der Regelungstechnik



2. Analyse dynamischer Systeme im Frequenzbereich

System: SISO, dynamisch, linear, zeitinvariant

Beschreibung (“Modell”):

$$
\begin{aligned}
& y^{(n)}(t) + a_{n-1}y^{(n-1)}(t) + \cdots\cdots\cdots + a_1\dot{y}(t) + a_0 y(t) \\
= \quad & b_k u^{(k)}(t) + b_{k-1}u^{(k-1)}(t) + \cdots + b_1\dot{u}(t) + b_0 u(t)
\end{aligned}
$$

(System n-ter Ordnung, $k \leq n$)

Analysis I & II:

Charakteristisches Polynom:

$$\boldsymbol{Q(s) = s^n + a_{n-1} s^{(n-1)} + \cdots\cdots\cdots + a_1 s + a_0}$$

(komplexe Variable $\boldsymbol{s}$)

Nullstellen des charakteristischen Polynoms $\longleftrightarrow$ Stabilität des dynamischen Systems.

System asymptotisch stabil $\Longleftrightarrow$
alle Nullstellen $\boldsymbol{s_i}$ haben negativen Realteil,
$\mathrm{Re}(\boldsymbol{s_i}) < \boldsymbol{0}$ für $\boldsymbol{i = 1, \ldots, n}$

System 1. Ordnung

Differentialgleichung:

$$\dot{y}(t) + ay(t) = bu(t)$$

Anfangsbedingung:

$$y(0) = y_0$$

Eingangssignal (von uns frei wählbar):

$$u(t) \quad \text{für } t \geq 0$$

Gesucht: Ausgangssignal:

$$y(t) \quad \text{für } t \geq 0$$

Lösung: Ausgangssignal:

$$\boldsymbol{y(t) = e^{-at} y_0 + \int_0^t b e^{-a(t-\sigma)} u(\sigma)\, d\sigma}$$
$$\boldsymbol{= e^{-at} y_0 + \big(g(.) * u(.)\big)(t)}$$

wobei

$$\boldsymbol{g(t) = be^{-at}} = \text{Einheits-Impulsantwort}$$

(Faltungs-Integral)

Wichtigste Testsignale:

Einheits-Impuls:

$$u(t) = \delta(t) = \lim_{\varepsilon \downarrow 0} \begin{cases} 0 & \text{für } t = 0 \\ \frac{1}{\varepsilon} & \text{für } 0 < t < \varepsilon \\ 0 & \text{für } t \geq \varepsilon \end{cases}$$

Einheits-Sprung:

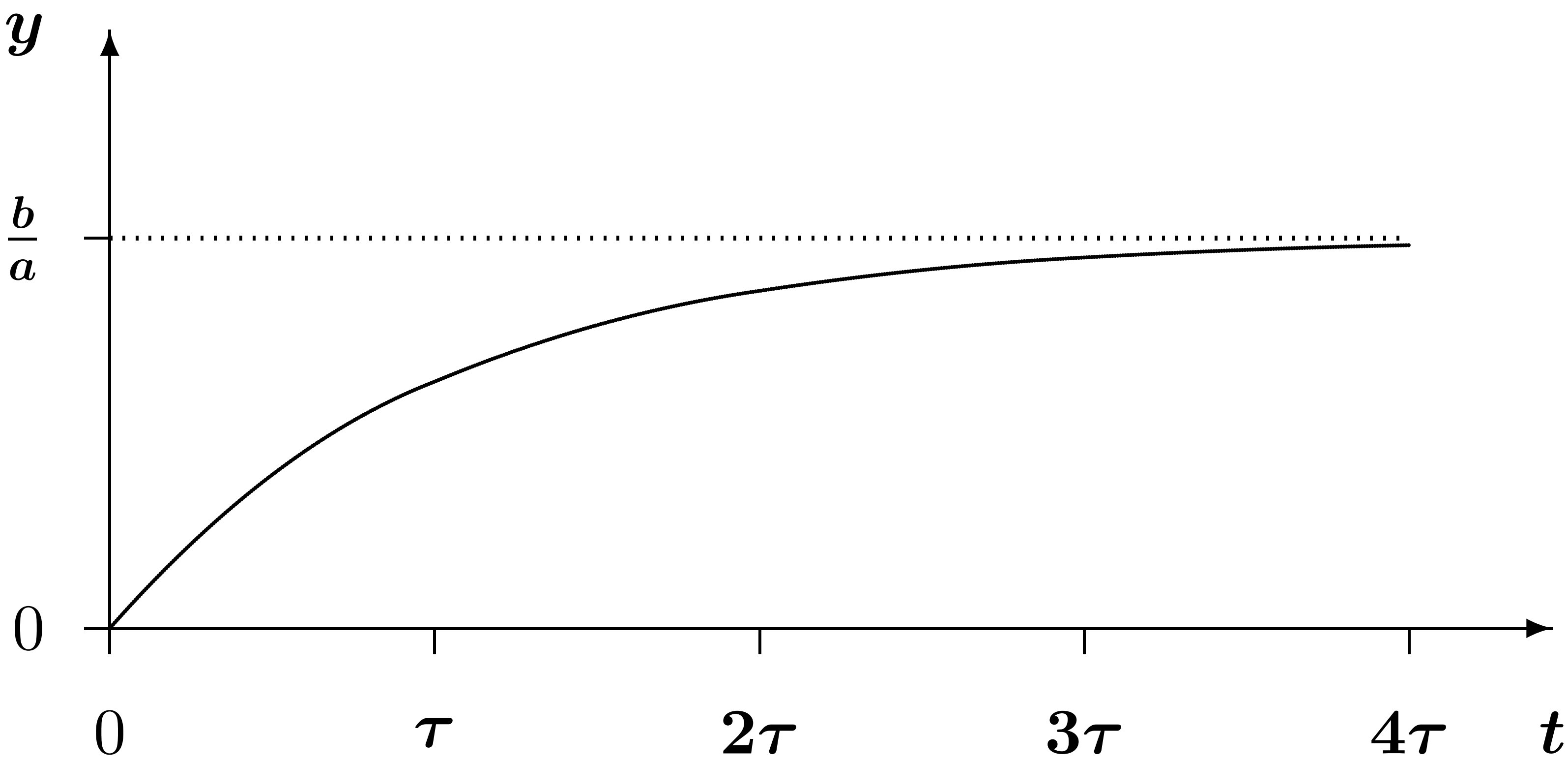
$$u(t) = h(t) = \begin{cases} 0 & \text{für } t = 0 \\ 1 & \text{für } t > 0 \end{cases}$$

Einheits-Rampe:

$$u(t) = t$$

Harmonische Anregung mit Kreisfrequenz ω:

$$u(t) = \widehat{u} \cos(\omega t)$$



Einheits-Sprungantwort des Systems 1. Ordnung ; $\boldsymbol{\tau = \frac{1}{a}}$