

Regelungs- und Systemtechnik 1 - Übungsklausur 15

So 2016

Bearbeitungszeit: 120 Min

Modalitäten

- Es sind **keine Hilfsmittel** zugelassen.
- Bitte schreiben Sie mit dokumentenechtem Schreibgerät (Tinte oder Kugelschreiber).
- Zur Lösung der Aufgaben ist der freie Platz nach den jeweiligen Aufgaben vorgesehen; bei Bedarf werden Ihnen weitere Lösungsblätter ausgehändigt.
- Für alle Berechnungen sind die **Lösungswege** darzustellen. Die alleinige Angabe eines Ergebnisses wird als Lösung nicht bewertet.

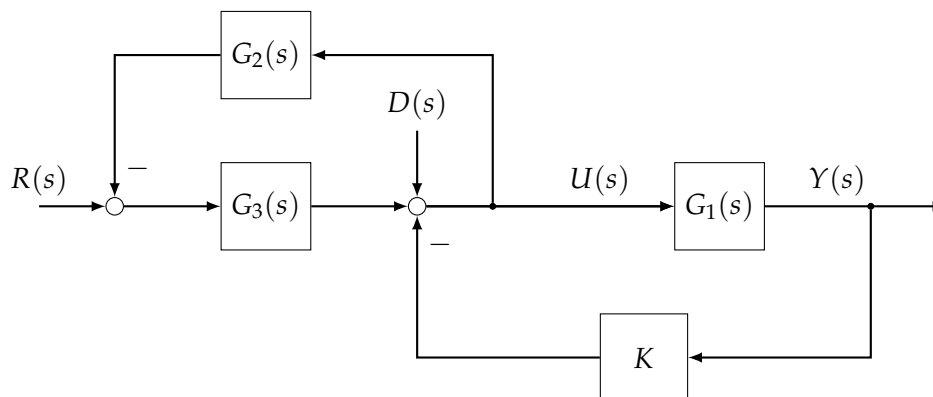
Aufgabe 1

28 Punkte

Gegeben sei die folgende nichtlineare Differentialgleichung:

$$\dot{y} - y^3 = 2 + u.$$

- Geben Sie die stationäre Lösung der Differentialgleichung für den Betriebspunkt (y^*, u^*) an!
- Linearisieren Sie die Differentialgleichung an dem Betriebspunkt zu $y^* = 1$ und bestimmen Sie die dazugehörige Übertragungsfunktion $G_1(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$!



Für die folgenden Teilaufgaben betrachten Sie die oben dargestellte Regelkreisarchitektur, wobei $G_1(s)$ durch Teilaufgabe b) gegeben ist und $G_2(s) = \frac{1}{s+1}$, $G_3(s) = \frac{s-1}{s+2}$ und $K \in \mathbb{R}$.

- Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $S_D(s) = \frac{Y(s)}{D(s)}$ allgemein!
Hinweis: Nehmen Sie an, dass $R(s) = 0$.
- Setzen Sie die Übertragungsfunktionen in $S_D(s)$ ein und berechnen Sie den Wertebereich für $K \in \mathbb{R}$, für den $S_D(s)$ BIBO-stabil ist!
- Nehmen Sie an, dass K in dem von Ihnen bestimmten Wertebereich liegt. Kann eine sprungförmige Störung $D(s) = \frac{1}{s}$ kompensiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort rechnerisch!

Aufgabe 2

21 Punkte

- a) Bestimmen Sie für die folgenden Übertragungsfunktionen jeweils die Zeitkonstantenform und geben Sie die Zeit- und gegebenenfalls Dämpfungskonstanten an!

$$G_1(s) = \frac{-100}{-s - 20} \quad G_2(s) = \frac{20}{s^2 + s + 4} \quad G_3(s) = \frac{50s + 25}{s^2 + 6s + 5} \quad G_4(s) = \frac{160s + 8000}{s^2 + 20s + 1600}$$

- b) Ordnen Sie jeweils eine der Sprungantworten aus Abbildung 1 zu! (Begründen Sie Ihre Antwort!)

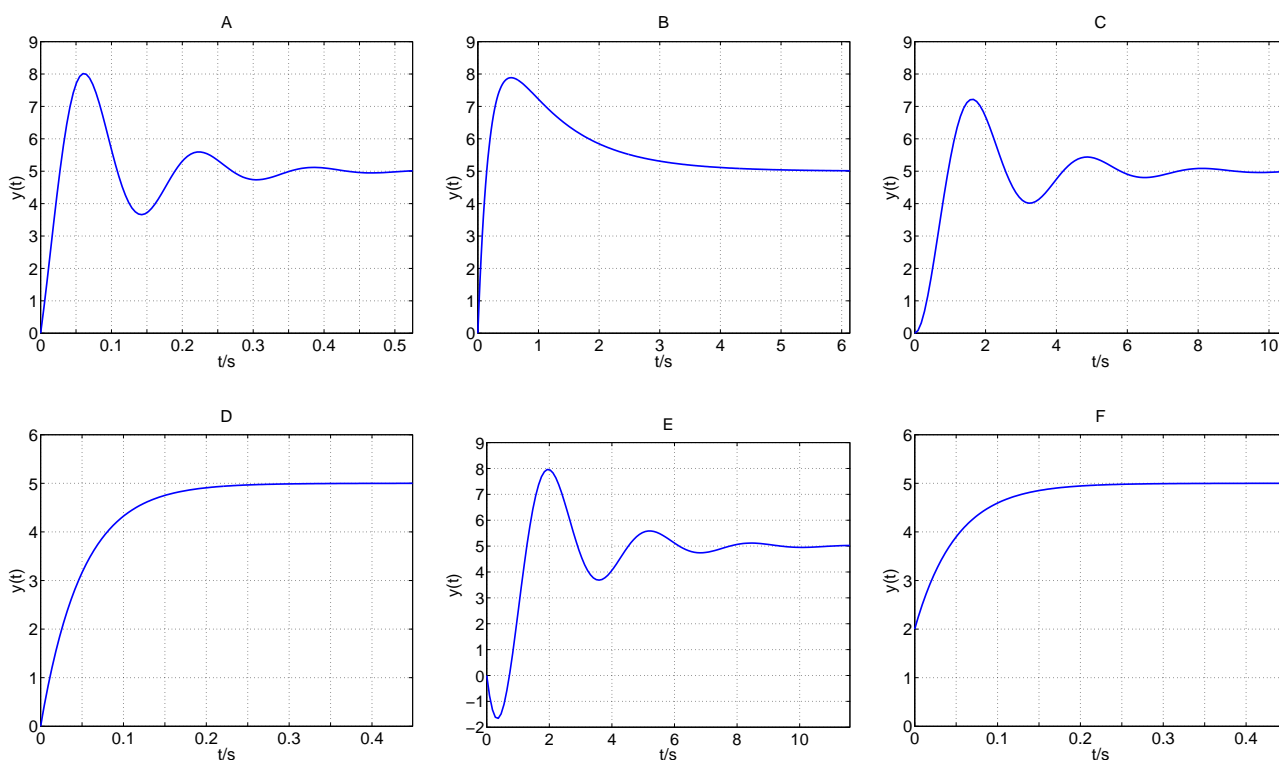


Abbildung 1: Sprungantworten der gegebenen Übertragungsfunktionen

Aufgabe 3

32 Punkte

Gegeben ist die Übertragungsfunktion eines Gleichstrommotors:

$$G(s) = \frac{-200}{(s+2)(s+\frac{1}{10})}$$

Zur Regelung im Standardregelkreis wird ein PI-Regler verwendet.

- Skizzieren Sie das Bode-Diagramm von $G(s)$!
- Entwerfen Sie einen PI-Regler mit dem Kompensationsverfahren! Berechnen Sie die Reglerverstärkung allgemein in Abhängigkeit von der Schnittfrequenz ω_s der offenen Kette!
- Ist die resultierende offene Kette vom einfachen Typ? Geben Sie gegebenenfalls Bedingung an die Reglerparameter an!
- Bestimmen Sie die Schnittfrequenz ω_s , so dass die Überschwingweite der Führungssprungantwort $M_p \leq 10\%$ beträgt! (Nehmen Sie an, dass die offene Kette vom einfachen Typ ist!)
- Berechnen Sie die Stellsensitivität $S_u(s) = \frac{U(s)}{R(s)}$ des Regelkreises!
- Welche maximale Schnittfrequenz kann erzielt werden, wenn der Anfangswert der Stellgröße $u_{min} = -\frac{45}{400}$ bei einem Führungssprung auf $r = 1$ nicht unterschritten werden soll?

$\phi [^\circ]$	$\tan(\phi)$
15	$\approx \frac{1}{4}$
30	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45	1
60	$\sqrt{3}$

Tabelle 1: Wertetabelle der Tangensfunktion

Aufgabe 4

14 Punkte

Gegeben ist die Regelstrecke

$$G(s) = \frac{-(s-1)(s+2)}{(s+1)(s+10)}$$

Die gewünschte Führungsübertragungsfunktion des geschlossenen Standardregelkreises habe ferner die Form

$$T(s) = \frac{b_1s + b_0}{s + a_0}$$

- Geben Sie Bedingungen für die Parameter $a_0, b_0, b_1 \in \mathbb{R}$ an, für die $T(s)$ mit $G(s)$ implementierbar ist!
- Bestimmen Sie mittels direktem Reglerentwurf den Regler, der $T(s)$ mit $G(s)$ implementiert! Nutzen Sie dafür auch, die von Ihnen in a) genannten Bedingungen! Geben Sie den Regler entweder in Pol-Nullstellen oder in Zeitkonstantenform an!
- Welche Bedingung muß an die Parameter $a_0, b_0, b_1 \in \mathbb{R}$ zusätzlich gestellt werden, damit der stationäre Regelfehler für sprungförmige Führungsgrößen null ist? Welchem Standardregler entspricht damit der in b) berechnete Regler? (Begründen Sie Ihre Antwort!)