


Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik BPO 2011 SS 2016 14.06.2016	Name:.....
		Vorname.....
		Matr.Nr.:.....
		Unterschrift.....

Zugelassene Hilfsmittel: Kurzfragen: Keine
Aufgaben: Eigene Formelsammlung DIN A4 doppelseitig
Nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Zeit: Kurzfragen: 30 Min.
Aufgaben: 60 Min.

Punkte:

K1	K2	K3	A1	A2	A3	A4	Summe (max. 90)	Prozente	Note

Bearbeitungshinweise:

- Verwenden Sie nur das **ausgeteilte Papier** für Ihre Rechnungen und Nebenrechnungen. Zusätzliches Papier erhalten Sie von den Aufsichtsführenden. Beschriften Sie die Deckblätter mit Namen, Matrikel-Nr. und Unterschrift.
- Existiert für eine Teilaufgabe mehr als ein Lösungsvorschlag, so wird diese Teilaufgabe mit 0 Punkten bewertet. Verworfenen Lösungsansätze sind durch deutliches Durchstreichen kenntlich zu machen. Schreiben Sie **keine Lösungen in roter Farbe**.
- Ihre Lösung muss Schritt für Schritt nachvollziehbar sein. Geben Sie zu allen Lösungen, wenn möglich auch das zugehörige **Formelergebnis** ohne Zahlenwerte an (Punkte). Die schlichte Angabe des Zahlenergebnisses reicht i. allg. für die volle Punktzahl nicht aus.
- Lösen Sie die Heftklammern nicht.

Kurzfrage 2 – (10 Punkte) Wirkungsplan

Gegeben sind die folgenden Differentialgleichungen zur Beschreibung eines Systems mit der Eingangsgröße $u(t)$ und der Ausgangsgröße $v(t)$:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -\frac{1}{T_1}x_2 + \frac{1}{T_1T_2}u(t) \\ v &= x_1\end{aligned}$$

Zeichnen Sie den zugehörigen Wirkungsplan.

Geben Sie die Übertragungsfunktion an.

Wie nennt man dieses Übertragungsglied?

Kurzfrage 3 – (15 Punkte) Verständnisfragen

Kreuzen Sie an, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind. **Falsche** Antworten führen zu einem **Punktabzug**.

Aussage	richtig	falsch
Wie sieht die Übertragungsfunktion eines PI-Reglers aus?		
1. $G_R(s) = K_P + K_I s$.		
2. $G_R(s) = K_P + K_I \frac{1}{s}$.		
3. $G_R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{s T_n}\right)$.		
4. $G_R(s) = K_R \frac{1+sT_n}{sT_n}$.		
Welche Aussagen gelten allgemein für Übertragungsfunktionen?		
5. Wenn sie ausschließlich konjugiert komplexe Pole haben, sind sie instabil.		
6. Wenn Sie ausschließlich, Polstellen, gleichgültig ob reell oder konjugiert komplex, mit negativem Realteil haben, sind sie stabil.		
7. Wenn sie Nullstellen mit positivem Realteil haben, sind die instabil.		
Welche Aussagen über bleibende Regeldifferenzen sind richtig?		
8. Bei Reglern ohne I-Anteil kommt es immer zu bleibenden Regelabweichungen.		
9. Eine bleibende Regelabweichung kann durch Erhöhen der Regler-Verstärkung reduziert werden (Stabilität vorausgesetzt).		
10. Um eine bleibende Regelabweichung bei rampenförmiger Führungsgröße zu vermeiden, muss der offene Regelkreis 2 Integratoren enthalten $\left(\frac{1}{s^2}\right)$.		
11. Durch einen I-Anteil im Regler lässt sich ein bleibender Regelfehler unabhängig von der Führungsgröße und der Streckenübertragungsfunktion vermeiden.		
Welche Aussagen gelten für die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{K_P}{1+2dT_0s+T_0^2s^2}$?		
12. Für $0 < d < 1$ hat die Übertragungsfunktion konjugiert komplexe Pole.		
13. Für $d > 1$ ist die Übertragungsfunktion schwingungsfähig.		
14. Für $d > 0$ ist die Übertragungsfunktion stabil.		
15. Für $d = 1$ besitzt die Übertragungsfunktion einen doppelten reellen Pol.		

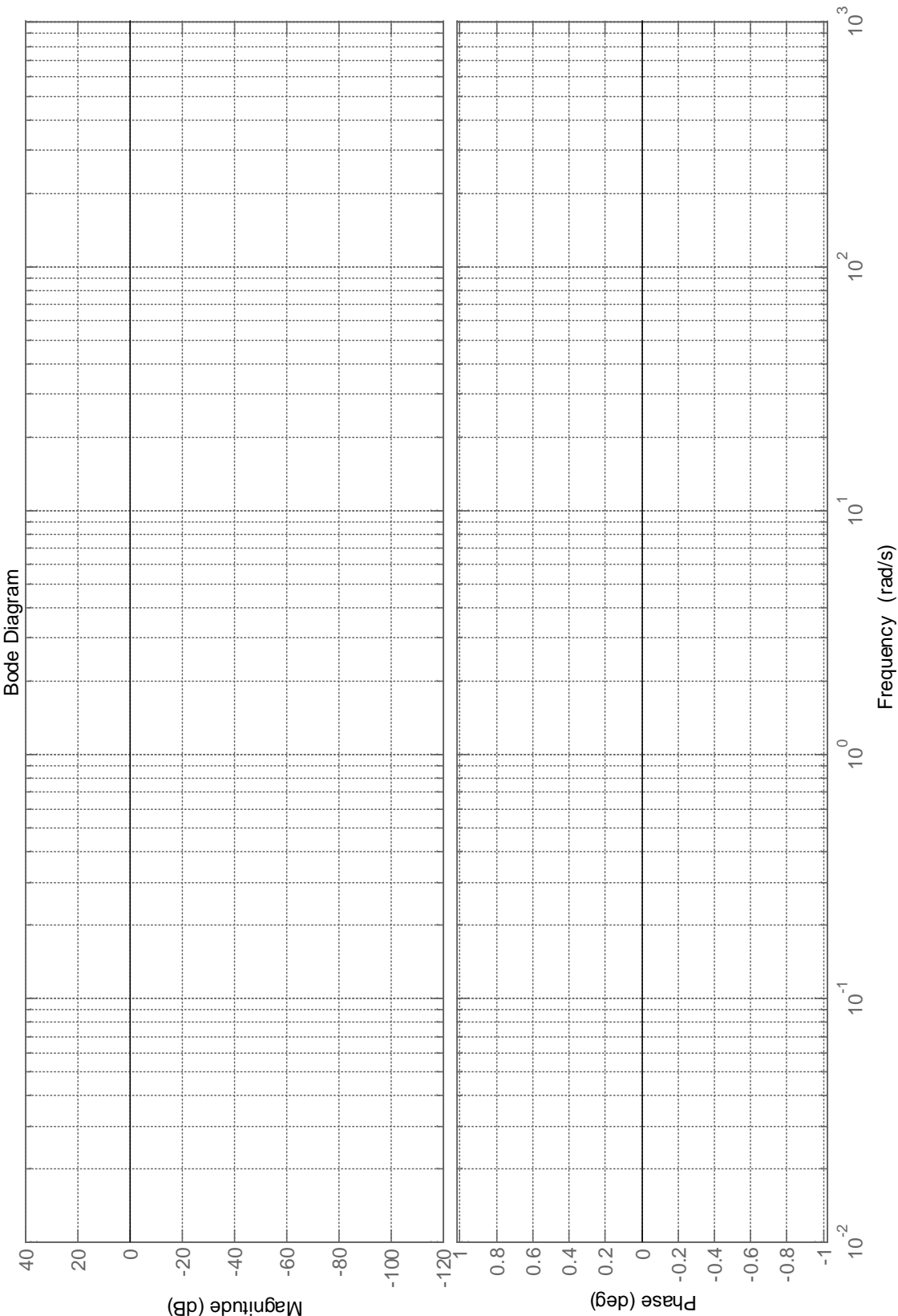
Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik Aufgabenteil	Name:.....
Hilfsmittel: Schriftl. Unterlagen Taschenrechner (n. program.) kein PC/Mobiltelefon Zeit: 60 Min.		Vorname.....
	SS 2016 14.06.2016	Matr.Nr.:.....

Aufgabe 1 – (16 Punkte) Bode-Diagramm

Gegeben ist die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises:

$$G_O(s) = \frac{10 \left(1 + \frac{1}{10}s\right)^2}{(1+s)^2 \left(1 + \frac{1}{200}s\right)^2}$$

Zeichnen Sie die asymptotischen Amplitudengänge in das unten abgebildete Diagramm.
Kennzeichnen Sie die Eckfrequenzen und geben Sie die Asymptoten-Steigungen an.



Aufgabe 2 – (22 Punkte) Laplace-Transformation, Stabilität und stationäre Genauigkeit

Gegeben ist ein Standardregelkreis, bestehend aus einem Regler und einer Regelstrecke. Die **Regelstrecke** mit dem Eingang $y(t)$ und dem Ausgang $x(t)$ wird durch folgende Differentialgleichung beschrieben:

$$\ddot{x}(t) - 4 \dot{x}(t) = \dot{y}(t) + y(t) \quad .$$

- a) (2 P) Zeichnen Sie den Wirkungsplan des Standardregelkreises mit Führungsgröße $w(t)$, Regeldifferenz $e(t)$, Reglerausgangsgröße $y(t)$ und Regelgröße $x(t)$ sowie dem Regler $G_R(s)$ und der Regelstrecke $G_S(s)$.
- b) (3 P) Geben Sie die Übertragungsfunktion der Regelstrecke $G_S(s) = \frac{X(s)}{Y(s)}$ im Bildbereich an (alle Anfangsbedingungen = 0). Geben Sie auch die Nullstellen und die Pole an.
- c) (4 P) Es wird der Regler

$$G_{R1}(s) = K_R$$

eingesetzt. Wie nennt man diesen Reglertyp? Untersuchen Sie mit Hilfe des Routh-Kriteriums für welche Werte von K_R der **geschlossene** Regelkreis stabil ist.

- d) (4 P) Der geschlossene Regelkreis soll durch einen Einheitssprung angeregt werden. Untersuchen Sie mit Hilfe des Endwertsatzes der Laplace-Transformation, ob der geschlossene Regelkreis stationär genau ist.
- e) (5 P) Alternativ wird folgender Regler benutzt:

$$G_{R2}(s) = 2 \left(1 + \frac{2}{s} \right) \quad .$$

Wie heißt dieser Reglertyp? Berechnen Sie die zugehörige Führungsübertragungsfunktion. Ist der Regelkreis nun stationär genau? Keine Berechnung, nur Begründen!

- f) (4 P) Ermitteln Sie durch Rücktransformation die Impulsantwort des geschlossenen Regelkreises bei Verwendung des Reglers $G_{R2}(s)$.

Nr.	Zeitfunktion $f(t), t \geq 0$	Bildfunktion $F(s), (s = \sigma + j\omega)$	Anmerkung
1	$\delta(t)$	1	Dirac-Impuls
2	$\sigma(t)$	$\frac{1}{s}$	Einheitssprungfunktion
3	$r(t)=t$	$\frac{1}{s^2}$	Einheitsanstiegsfunktion
4	$p(t) = \frac{1}{2}t^2$	$\frac{1}{s^3}$	Einheitsparabelfunktion
5	$\frac{1}{k!} t^k$	$\frac{1}{s^{k+1}}$	$k > 0$, ganzzahlig
6	e^{at}	$\frac{1}{s-a}$	a konstant
7	te^{at}	$\frac{1}{(s-a)^2}$	a konstant
8	$\frac{1}{k!} t^k e^{at}$	$\frac{1}{(s-a)^{k+1}}$	a konstant
9	$\sin(bt)$	$\frac{b}{s^2 + b^2}$	$b > 0$, konstant
10	$\cos(bt)$	$\frac{s}{s^2 + b^2}$	$b > 0$, konstant
11	$e^{at} \sin(bt)$	$\frac{b}{(s-a)^2 + b^2}$	$b > 0$, konstant a konstant
12	$e^{at} \cos(bt)$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + b^2}$	$b > 0$, konstant a konstant

Aufgabe 3 – (24 Punkte) Wurzelortskurve

- a) (3 P) Wo beginnen die Äste einer Wurzelortskurve? Wo enden die Äste einer Wurzelortskurve? Was stellen die Äste einer Wurzelortskurve dar?
- b) (3 P) Gegeben ist ein Standardregelkreis, bestehend aus

$$G_R(s) = K_R \frac{1 + T_n s}{T_n s} \quad \text{und} \quad G_S(s) = \frac{1}{s + 1} \quad .$$

Wie lautet die Übertragungsfunktion, die zum Skizzieren der Wurzelortskurve benötigt wird? Geben Sie die zugehörigen Nullstellen s_{Ni} und Polstellen s_{Pi} an.

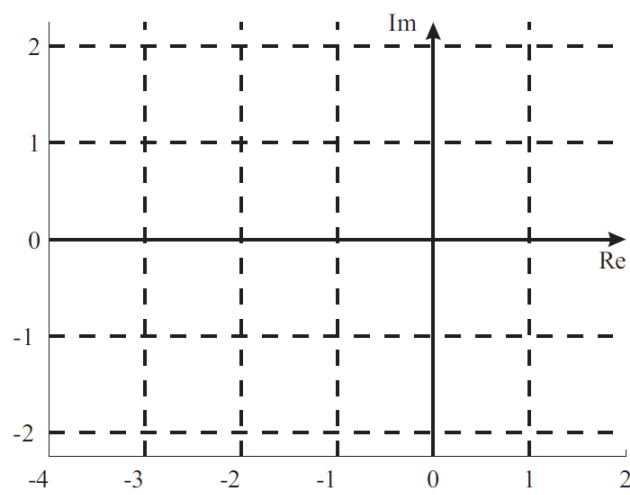
- c) (12 P) Die Nachstellzeit T_n des Reglers bestimmt entscheidend das Verhalten des Regelkreises. Betrachten Sie dazu die folgenden 4 Fälle:

- A) $T_n = 2$
- B) $T_n = 1$
- C) $T_n = \frac{1}{2}$
- D) $T_n = -1$

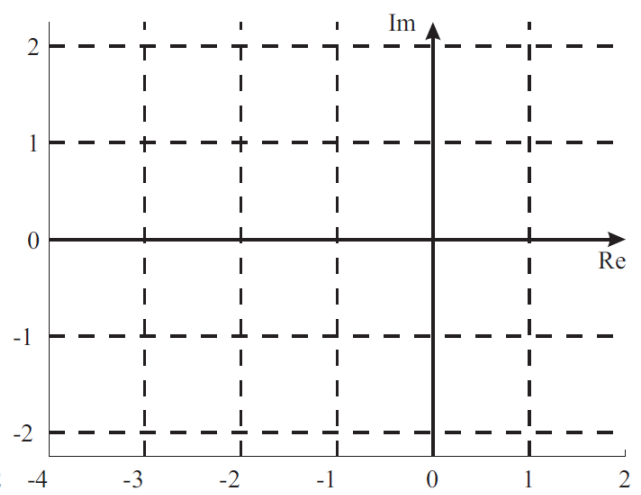
Tragen Sie für jeden Fall die Lage der Pol- und Nullstellen ein und skizzieren sie jeweils qualitativ den Verlauf der WOK für positive Verstärkungen. Markieren Sie die Richtung der Äste eindeutig. Benutzen Sie dazu die **vorbereiteten** Diagramme. Eine Berechnung von Asymptoten, Verzweigungspunkten o.ä. ist nicht notwendig.

- d) (3 P) Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit der geschlossene Regelkreis stabil ist? Für welche der 4 Fälle trifft dies zu?
- e) (3 P) Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit der geschlossene Regelkreis? Für welche der 4 Fälle trifft dies zu?

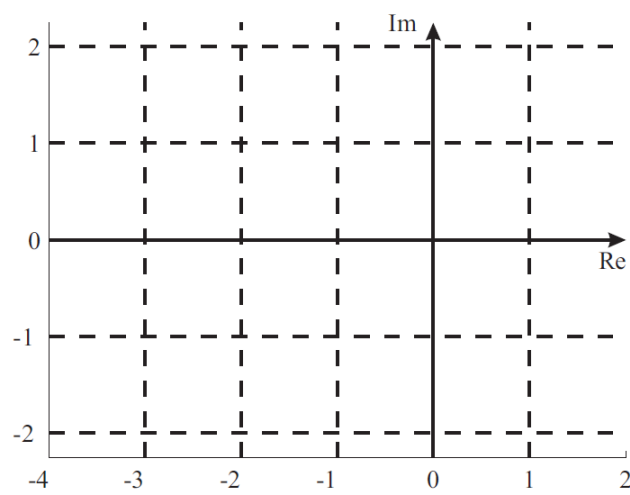
Fall: A



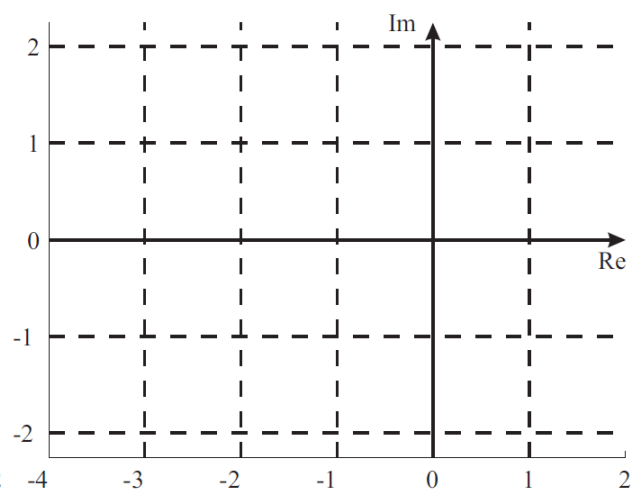
Fall: B



Fall: C



Fall: D



Aufgabe 4 – (11 Punkte)

Gegeben ist ein Standardregelkreis mit:

$$G_R(s) = K_R(1 + T_V s) \quad \text{und} \quad G_S(s) = \frac{\left(s - \frac{1}{2}\right)}{(s - 1)(s - 2)}.$$

Berechnen Sie mit Hilfe des Routh-Kriteriums die Stabilitätsbedingungen des geschlossenen Regelkreises ($K_R > 0, T_V > 0$).

