Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik II** am 11.07.2017

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

Aufgabe	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe
erreichbare Punkte	4	4	4	3	3	3	21
erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

Gegeben sei die folgende Übertragungsfunktion:

$$P(s) = \frac{100(s-10)}{s(s+100)}$$

a) Stellen Sie den Frequenzgang $P(j\omega)$ in Form von Bode-Diagrammen dar.

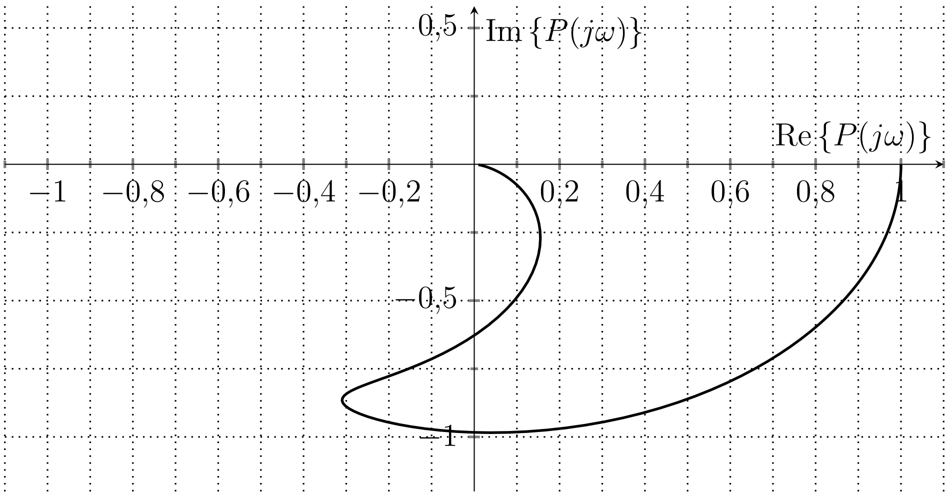
b) Skizzieren Sie die dazugehörige Ortskurve.

Aufgabe 2:

Gegeben sei die folgende Übertragungsfunktion einer Regelstrecke

$$P(s) = \frac{-100(s-1)}{(s-10)^2(s+1)}$$

mit der dazugehörigen Ortskurve ($\omega \geq 0$).



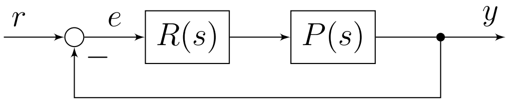
Zeigen Sie mit Hilfe des Nyquistkriteriums, dass das gegebene System durch einen Proportionalregler $R(s) = K$ *nicht* stabilisiert werden kann. Der reelle Parameter K kann sowohl positive als auch negative Werte annehmen. *Bestimmen Sie die stetige Winkeländerung für alle möglichen Fälle!*

Hinweis: $\Delta \operatorname{arc}\{1 + L(j\omega)\} = (n_\mathrm{a} + 2n_\mathrm{r})\dfrac{\pi}{2}$

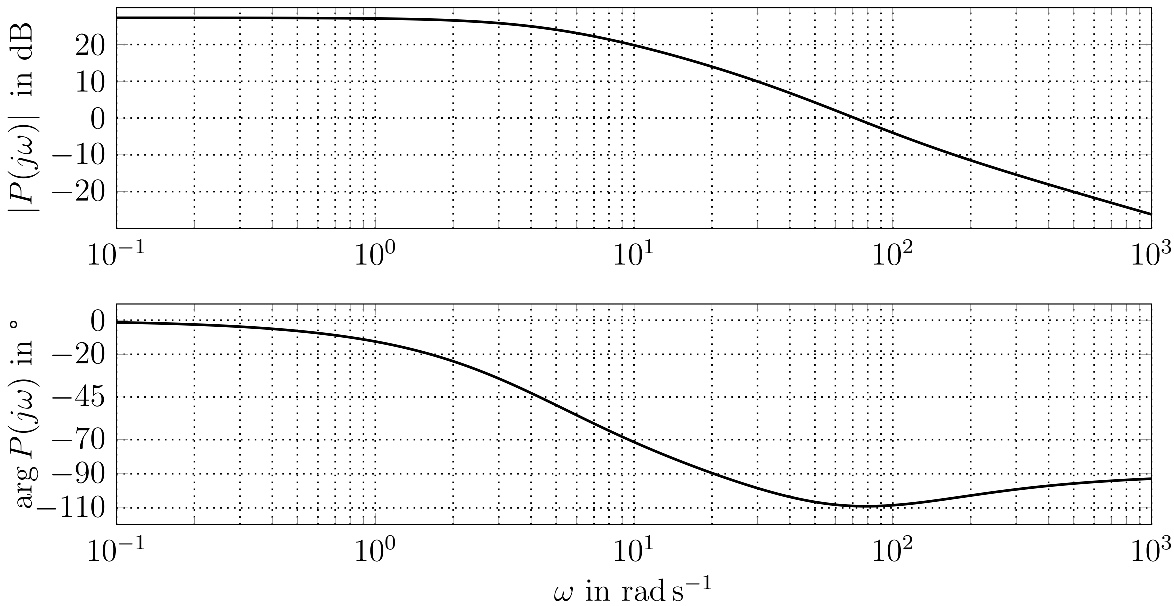
$L(s)$ stellt dabei die Übertragungsfunktion des offenen Kreises dar.

Aufgabe 3:

Gegeben sei folgender Regelkreis mit der Führungsgröße r, dem Regelfehler e und der Ausgangsgröße y:



Die Strecke $P(s)$ sei vom einfachen Typ. Ihr Frequenzgang ist graphisch in Form von Bode-Diagrammen gegeben:



Als Regler wird $R(s) = \frac{1}{s}$ verwendet.

a) Bestimmen Sie (näherungsweise) die zu erwartende Anstiegszeit t_r und die Überschwingweite M_p der Sprungantwort des geschlossenen Kreises.

b) Als Führungsgröße wird nun $r(t) = 5\,\sigma(t) + 4\,t\,\sigma(t)$ vorgegeben. Ermitteln Sie die bleibende Regelabweichung e_∞.

Aufgabe 4:

Beschreiben Sie den flachheitsbasierten Entwurf einer Vorsteuerung für den Standardregelkreis.

a) Was versteht man unter einem flachen Ausgang? Wie kann dieser gefunden werden?

b) Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen einem flachheitsbasierten Entwurf und einem Entwurf durch direkte Inversion der Regelstrecke. *Erstellen Sie zur Verdeutlichung Skizzen!*

Aufgabe 5:

Bei der analytischen Reglersynthese wird eine (implementierbare) Führungsübertragungsfunktion definiert und daraus der Regler berechnet.

a) Geben Sie die *Definition* für die Implementierbarkeit an.

b) Geben sei folgende Übertragungsfunktion der Regelstrecke:

$$P(s) = \frac{(s-2)}{(s+1)^2(s-4)^2}$$

Geben Sie eine beliebige implementierbare Führungsübertragungsfunktion $T(s)$ an. *Begründen Sie Ihre Wahl!*

c) Ist jede implementierbare Führungsübertragungsfunktion (bei gegebenem $P(s)$) in Form eines Standardregelkreises umsetzbar? *Begründen Sie Ihre Antwort!*

Aufgabe 6:

Gegeben sei die Übertragungsfunktion einer Regelstrecke.

$$P(s) = \frac{1}{s(s-1)}$$

Es soll nun ein Standardregelkreis so ausgelegt werden, dass seine Führungsübertragungsfunktion lauter Pole bei $s = -1$ besitzt. Ermitteln Sie die Parameter des Reglers

$$R(s) = \frac{b_1 s + b_0}{a_1 s + a_0}$$

über die Methode der *Polvorgabe*.

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik II** am 18.10.2017

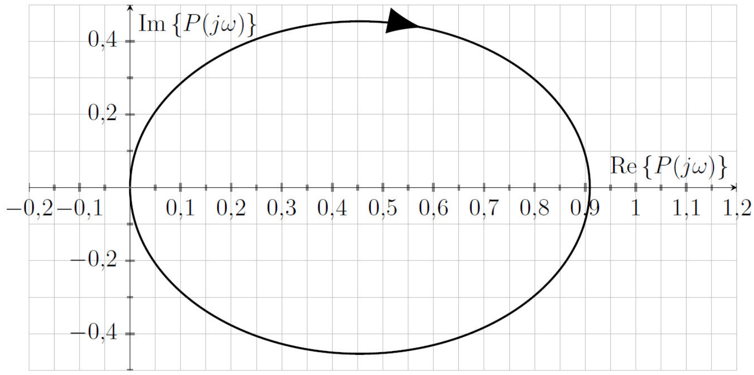
Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

Aufgabe	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe
erreichbare Punkte	3	4	4	3	4	3	21
erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

Gegeben sei die Ortskurve für $\omega \in [0, \infty)$ eines Systems mit der Übertragungsfunktion $P(s)$:



Leider ist die Übertragungsfunktion $P(s)$ vergessen worden. Nach einiger Recherchearbeit konnte man die Auswahl auf folgende Übertragungsfunktionen einschränken:

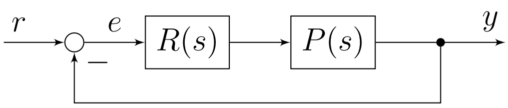
$$i)\quad P(s) = \frac{10s-2}{(s+1)(s+2)} \qquad ii)\quad P(s) = \frac{-2s}{\left(s+\frac{1}{2}\right)^2}$$

$$iii)\quad P(s) = \frac{10s}{(s+10)(s+1)} \qquad iv)\quad P(s) = \frac{2-2s}{s(s-2)(s+3)}$$

Welche der vier oben genannten Übertragungsfunktionen ist die gesuchte. Begründen Sie ihre Wahl, indem Sie auf alle Fälle $i)$ bis $iv)$ eingehen!

Aufgabe 2:

Gegeben sei ein Standardregelkreis



mit der Regelstrecke

$$P(s) = \frac{s+1}{s(s+2)}$$

und den gewünschten Führungsübertragungsfunktionen

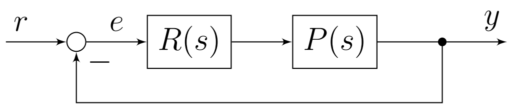
$$i)\quad T(s) = \frac{s^2}{s^2+10s+1}, \qquad ii)\quad T(s) = \frac{1}{s^2+2s+1}, \qquad iii)\quad T(s) = \frac{s}{s^2+1}.$$

a) Welche dieser drei Führungsübertragungsfunktionen ist implementierbar? Begründen Sie Ihre Antwort!

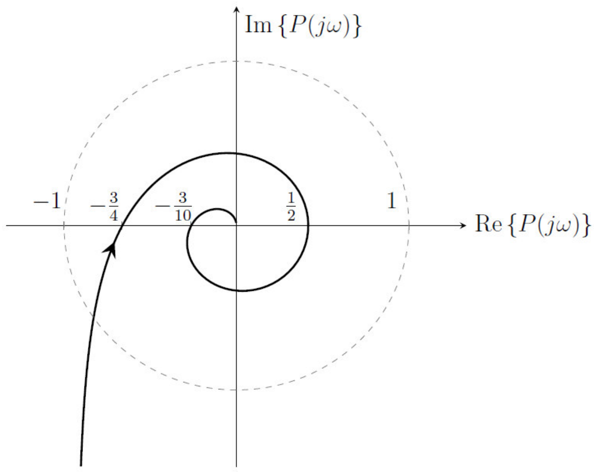
b) Ermitteln Sie durch direkte Berechnung den Regler $R(s)$, der zur implementierbaren Übertragungsfunktion $T(s)$ führt.

Aufgabe 3:

Gegeben sei folgendes Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, der Regelabweichung e und der Ausgangsgröße y:



Von der Streckenübertragungsfunktion $P(s)$ ist bekannt, dass genau 3 ihrer 4 Pole einen negativen Realteil aufweisen und dass der Verstärkungsfaktor positiv ist ($V > 0$). Zudem liegt die Ortskurve des Frequenzgangs $P(j\omega)$ für $0 \leq \omega < \infty$ graphisch vor:



a) Als Regler wird ein Proportionalregler $R(s) = K$ mit dem reellen Parameter K eingesetzt. Bestimmen Sie mit Hilfe des Nyquist-Kriteriums nachvollziehbar, d.h. mit Ermittlung der stetigen Winkeländerung, ob obiger Regelkreis für

i) $K = \dfrac{1}{3}$, ii) $K = 2$

die BIBO-Eigenschaft besitzt.

b) Zeichnen Sie für den Fall $K = 1$ die Phasenreserve Φ_r sowie den Amplitudenrand A_r von der Ortskurve ein. Welche Bedeutung haben diese Größen?

Aufgabe 4:

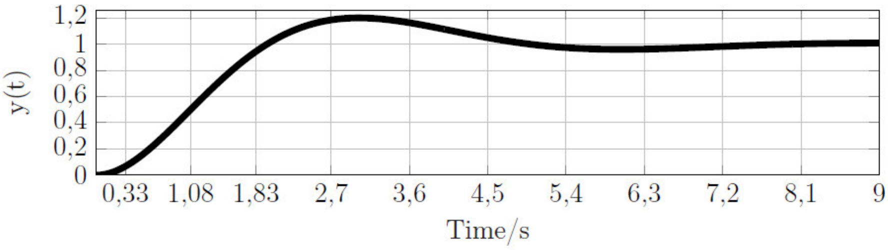
Das Frequenzkennlinienverfahren basiert darauf, dass die Übertragungsfunktion des offenen Kreises $L(s)$ vom einfachen Typ ist.

a) Was muss gelten, damit $L(s)$ vom einfachen Typ ist? Zählen Sie alle Bedingungen auf!

b) Warum muss für das Frequenzkennlinienverfahren vorausgesetzt werden, dass $L(s)$ vom einfachen Typ ist?

Aufgabe 5:

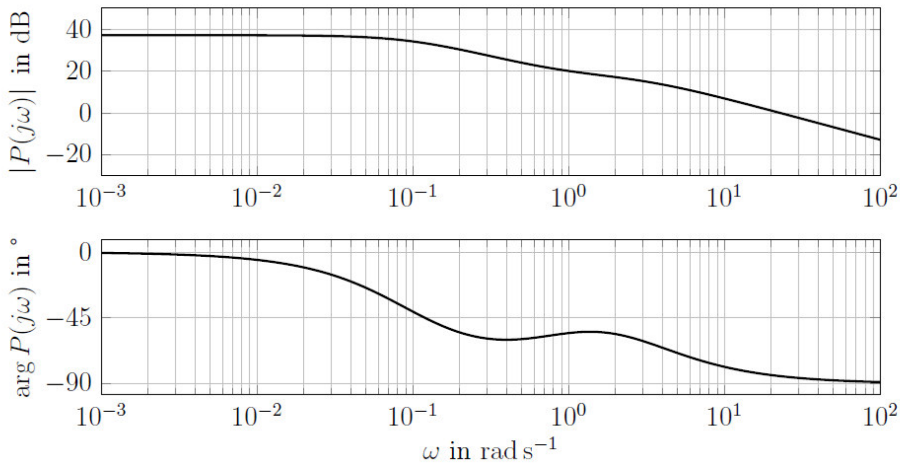
Gegeben sei die gewünschte Sprungantwort eines Standardregelkreises:



Betrachtet werden soll ein Standardregelkreis bestehend aus einem Regler $R(s)$ und einer Strecke $P(s)$.

a) Zeichnen Sie die Anstiegszeit t_r sowie die Überschwingweite M_p in der gegebenen Sprungantwort ein und geben Sie die Werte von Anstiegszeit t_r und Überschwingweite M_p an.

b) Die Regelstrecke $P(s)$ sei BIBO-stabil. Ihr Frequenzgang ist graphisch in Form von Bode-Diagrammen gegeben:



Dimensionieren Sie einen P-Regler $R(s) = K$ so, dass die Anstiegszeit der Sprungantwort des geschlossenen Kreises t_r näherungsweise dem in Punkt a) bestimmten Wert entspricht.

c) Wird mit dem in Punkt b) entworfenen Regler das gewünschte Überschwingen erreicht? *Begründen Sie Ihre Antwort!*

Aufgabe 6:

Gegeben sei ein Standardregelkreis mit einer Strecke, bei der das Zählerpolynom *kein* Hurwitzpolynom ist.

a) Beschreiben Sie die Vorgangsweise beim Entwurf einer Vorsteuerung.

b) Skizzieren Sie die dafür verwendete Regelkreisstruktur und beschreiben Sie die einzelnen Signale.

c) Worauf ist bei der Wahl der Führungsgröße zu achten? Begründen Sie ihre Antworten!

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik II** am 30.05.2018

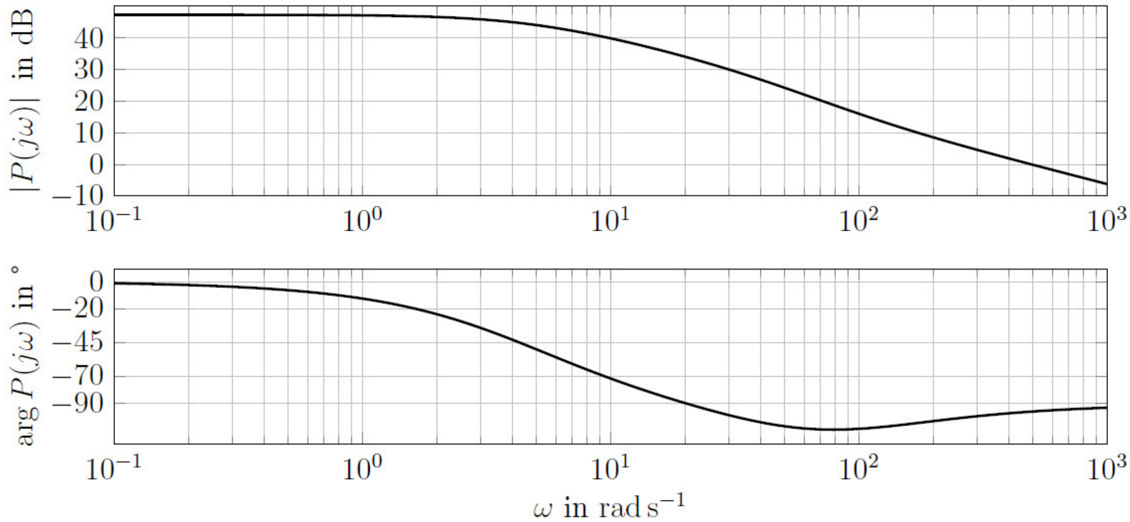
Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

Aufgabe	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe
erreichbare Punkte	4	3	5	3	3	3	21
erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

Betrachten Sie einen Standardregelkreis bestehend aus einem Regler mit der Übertragungsfunktion $R(s)$ und einer Strecke mit der Übertragungsfunktion $P(s)$. Die Strecke $P(s)$ sei vom einfachen Typ. Ihr Frequenzgang ist graphisch in Form eines Bode-Diagramms gegeben:



Als Regler wird der I-Regler $R(s) = \frac{1}{10s}$ verwendet.

a) Bestimmen Sie (näherungsweise) die zu erwartende Anstiegszeit t_r und die Überschwingweite M_p des geschlossenen Kreises.

b) Bestimmen Sie (näherungsweise) den Amplitudenrand A_r in dB. Welche Bedeutung hat dieser Begriff?

Aufgabe 2:

Es sei eine Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion $P(s)$ gegeben:

$$P(s) = \frac{s^2 - 4s + 20}{s^3 + 1}$$

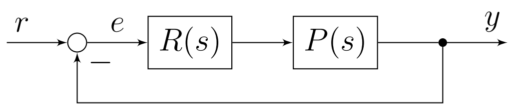
Geben Sie zu dieser Streckenübertragungsfunktion jeweils, sofern möglich, ein Beispiel für eine *implementierbare* Führungsübertragungsfunktion

- 1. Ordnung,
- 2. Ordnung,
- 3. Ordnung,
- 4. Ordnung

an, die zu einem *stationär genauen* Regelkreis führt. *Begründen Sie jeweils Ihre Antworten!*

Aufgabe 3:

Gegeben sei folgendes Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, der Regelabweichung e und der Ausgangsgröße y:



Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke lautet

$$P(s) = \frac{8}{s(s+2)^2}.$$

Als Regler wird ein P-Regler

$$R(s) = K$$

mit dem reellen Parameter K verwendet.

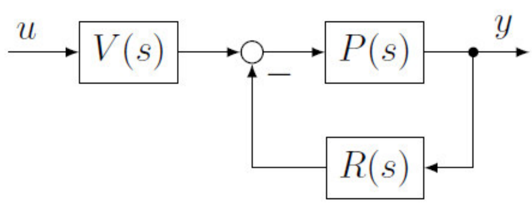
a) Zeichnen Sie das Bode-Diagramm des offenen Kreises für $K = 1$.

b) Skizzieren Sie die zugehörige Ortskurve für $-\infty \leq \omega \leq \infty$. Ermitteln Sie rechnerisch deren Schnittpunkte mit der reellen Achse.

c) Bestimmen Sie mit Hilfe des Nyquist-Kriteriums nachvollziehbar (mit Fallunterscheidung und Ermittlung der stetigen Winkeländerung für jeden Fall) den größtmöglichen Wertebereich des Parameters K, für den obiger Regelkreis BIBO-stabil ist.

Aufgabe 4:

Betrachtet wird die erweiterte Regelkreisstruktur



mit der Regelstrecke

$$P(s) = \frac{4}{s^4 - 2s + 1}$$

a) Wie müssen die Reglerübertragungsfunktionen $R(s)$ und $V(s)$ angenommen werden, dass unter der Annahme keiner Zusatzwünsche die Lösung eindeutig ist?

b) Worauf ist bei der Realisierung der Regler aus a) zu achten? Geben Sie eine mögliche Realisierung an.

Aufgabe 5:

Gegeben sei die Übertragungsfunktion

$$P(s) = \frac{(s+1)}{s(s-1)(s+1)}$$

einer Regelstrecke. Es soll nun ein Standardregelkreis so ausgelegt werden, dass seine Führungsübertragungsfunktion lauter Pole bei $s = -1$ besitzt. Ermitteln Sie den zugehörigen Regler $R(s)$ über die Methode der *Polvorgabe*.

Aufgabe 6:

Beschreiben Sie den flachheitsbasierten Entwurf einer Vorsteuerung für den Standardregelkreis.

a) Was versteht man unter einem flachen Ausgang? Wie kann dieser gefunden werden?

b) Beschreiben Sie die Grundidee beim Entwurf. *Erstellen Sie zur Verdeutlichung eine Skizze!*

c) Gegeben sei die Strecke

$$P(s) = \frac{s-2}{s(s+2)} \ .$$

Die Ausgangsgröße y soll vom Arbeitspunkt $y = 0$ in einen Arbeitspunkt $y = 4$ (in Zeit t_1) übergeführt werden. Bestimmen Sie eine Wunschtrajektorie für den flachen Ausgang.

Hinweis: Tabelle für polynomiale Referenztrajektorien

n	$\tilde{\gamma}_{n+1}$	$\tilde{\gamma}_{n+2}$	$\tilde{\gamma}_{n+3}$	$\tilde{\gamma}_{n+4}$	$\tilde{\gamma}_{n+5}$	$\tilde{\gamma}_{n+6}$
1	3	-2				
2	10	-15	6			
3	35	-84	70	-20		
4	126	-420	540	-315	70	
5	462	-1980	3465	-3080	1386	-252