Prüfung zur Systemtheorie und Regelungstechnik I, Universität Freiburg, SoSe 2022 (Prof. Dr. M. Diehl)

Mikroklausur 4 am 26.07.2022

Übungsgruppe: 1 ☐ Maher Brahim	2 ☐ Björn Lau	3 ☐ Philipp Ehnes

Name: Matrikelnummer: Punkte: / 9

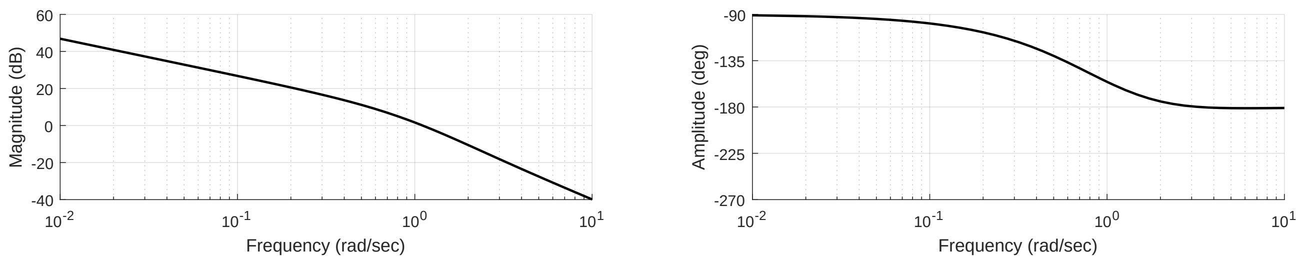
Füllen Sie bitte Ihre Daten ein und machen Sie jeweils genau ein Kreuz bei der richtigen Antwort. Sie dürfen Extrapapier für Zwischenrechnungen nutzen, aber bitte geben Sie am Ende nur dieses Blatt ab. Richtige Antworten zählen 1 Punkt, falsche, keine oder mehrere Kreuze 0 Punkte.

1. Ein LTI-System wird durch die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{2s+1}{(s+3)(s-2)}$ beschrieben. Betrachten Sie den Regler $K(s) = \frac{s-2}{s+1}$. Was können wir über die Eingang/Ausgangs (E/A) Stabilität und die innere (I) Stabilität des geschlossenen Kreises sagen?

(a) ☐ E/A-stabil, I-stabil	(b) [x] E/A-stabil, I-instabil
(c) ☐ E/A-instabil, I-instabil	(d) ☐ E/A-instabil, I-stabil

Da durch den Regler in der offenen Kette ein instabiler Pol gekürzt wird, ist das System I-Instabil. Polstellen des geschlossenen Kreises bestimmen: $p_{1,2} = -\frac{6}{2} \pm \sqrt{5} < 0 \Rightarrow$ E/A-stabil.

2. Betrachten Sie das folgende Bode Diagramm.

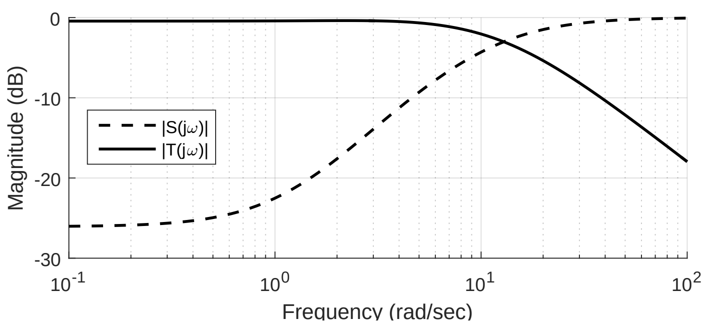


Das System hat die folgende Statische Verstärkung:

(a) ☐ 0 dB	(b) ☐ 45 dB	(c) [x] ∞	(d) ☐ $-\infty$

Die Statische Verstärkung kann für kleine Frequenzen $\omega \approx 0\frac{rad}{s}$ aus dem Amplitudengang abgelesen werden. Hier Steigt der Amplitudengang für kleine Frequenzen ins unendliche.

3. Der geschlossene Kreis eines geregelten LTI-Systems wird durch die Sensitivitätsfunktionen $S(j\omega)$ und die komplementäre Sensitivitätsfunktion $T(j\omega)$ beschrieben.



Dieses System hat ein gutes Verhalten für

(a) ☐ Störungen mit Frequenz $\omega = 60\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$	(b) ☐ Messrauschen mit Frequenz $\omega = 1\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$
(c) ☐ Referenzsignale mit Frequenz $\omega = 100\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$	(d) [x] Referenzsignal mit Frequenz $\omega = 1\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$

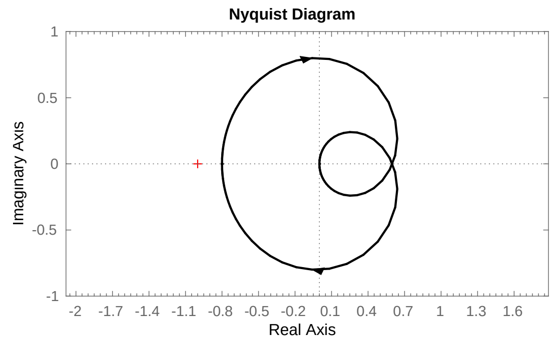
Referenzsignale mit Frequenz $\omega = 1\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$ werden nicht beeinflusst. ($|T(j1\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}})| \approx 0\mathrm{dB}$) $\Rightarrow$ Regler geeignet für diese Frequenzen.

4. Welche der folgenden Aussagen über das Wind-Up ist falsch?

(a) ☐ Durch das I-Glied im PID-Regler kann es zu reglerinduzierten Oszillationen kommen.	(b) ☐ Für den P- und den D-Regler ist die Saturation ein marginales Problem.
(c) ☐ Der Integrationsanteil bei einem PI- bzw. PID-Regler kann im ungünstigsten Fall ins Unendliche steigen.	(d) ☒ Wind-Up kann durch die geeignete Wahl des Parameters K_{D} verhindert werden.

Vgl. Skript Abschnitt 10.3 (S. 121ff)

5. Betrachten Sie das folgende Nyquist Diagramm einer stabilen offenen Kette.



Das System hat die folgende Amplitudenreserve:

(a) ☐ 1.25	(b) ☐ -0.8	(c) ☐ 0.8	(d) ☐ ∞

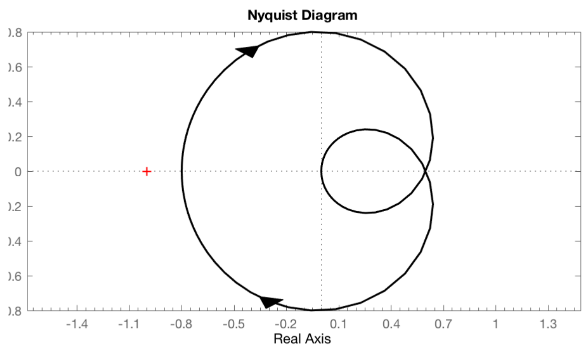
$$\text{Der Schnittpunkt mit der reellen Achse liegt bei etwa } -0.8 = -\frac{4}{5}. \text{ Somit ist GM} = \frac{1}{|-0.8|} = 1.25.$$

6. Welche der folgenden Aussagen über den Luenberger Beobachter ist korrekt?

(a) ☐ optilmaler beobachter durch Minimierung quadratischem Schätzfehler	(b) ☒ hat die gleiche Struktur wie der Kalman Filter	(c) ☐ keine	(d) ☐ kann mit hilfe der Riccati Gleichung berechnet werden

Obwohl sich die grundlegende Betrachtungsweise und die mathematische Herleitung des Kalman Filters völlig von der des Luenberger Beobachters unterscheidet, führen beide auf die gleiche Struktur.

7. Betrachten Sie das folgende Nyquist Diagramm einer stabilen offenen Kette.

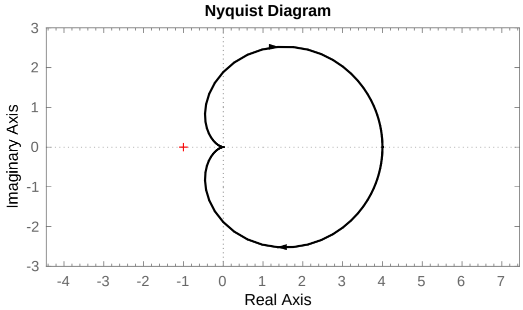


Das System hat die folgende Phasenreserve:

(a) ☐ 180°	(b) ☐ 70°	(c) ☐ 20°	(d) ☐ ∞

Unendlich, da kein Schnittpunkt mit dem Einheitskreis.

8. Betrachten Sie das folgende Nyquistdiagramm.



Welcher Übertragungsfunktion entspricht es?

(a) ☐ $\frac{s+4}{s^2+s}$	(b) ☐ $\frac{8}{(s+1)(s+2)}$	(c) ☐ $\frac{4s}{s^2+s+1}$	(d) ☐ $\frac{s+4}{s^2+s+1}$

Polüberschuss = 2 (Nähert sich dem Ursprung von links)

Statische Verstärkung = 4

$$\Rightarrow G(s) = \frac{8}{(s+1)(s+2)}$$

9. Ein LTI-System wird durch die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{2s+1}{(s+4)(s+5)}$ beschrieben. Wenn der Regler $K(s) = s$ benutzt wird, ist die komplementäre Sensitivitätsfunktion $T(s)$ gegeben durch

(a) ☒ $\frac{2s^2+s}{3s^2+10s+20}$	(b) ☐ $\frac{(s+4)(s+5)}{3s^2+10s+20}$	(c) ☐ $\frac{2s+1}{3s^2+10s+20}$	(d) ☐ $\frac{2s^2+s}{(s+4)(s+5)}$

$$G_0(s) = K(s)G(s) = \frac{s(2s+1)}{(s+4)(s+5)}$$

$$T(s) = \frac{G_0(s)}{1+G_0(s)} = \frac{\frac{s(2s+1)}{(s+4)(s+5)}}{1+\frac{s(2s+1)}{(s+4)(s+5)}} = \frac{2s^2+s}{3s^2+10s+20}$$