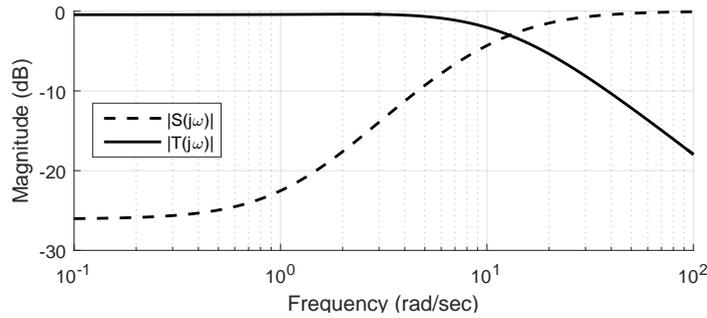


Übungsgruppe: 1  Patrick Wirbel      2  Felix Weyel      3  Kilian Deichner      4  Thomas Spoegler

Name: \_\_\_\_\_ Matrikelnummer: \_\_\_\_\_ Punkte:

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. 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) <input type="checkbox"/> Störungen mit Frequenz $\omega = 60 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	(b) <input type="checkbox"/> Messrauschen mit Frequenz $\omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
(c) <input type="checkbox"/> Referenzsignale mit Frequenz $\omega = 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	(d) <input checked="" type="checkbox"/> Referenzsignal mit Frequenz $\omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

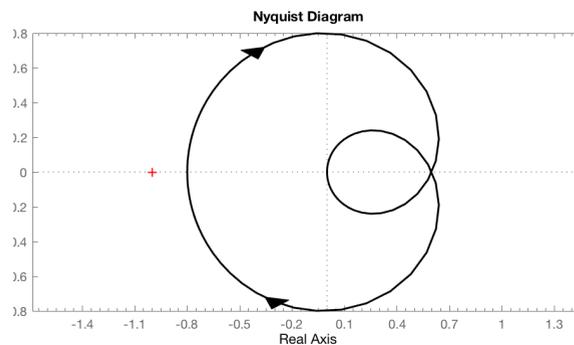
Referenzsignale mit Frequenz  $\omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  werden nicht beeinflusst. ( $|T(j1 \frac{\text{rad}}{\text{s}})| \approx 0\text{dB} \Rightarrow$  Regler geeignet für diese Frequenzen.)

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

(a) <input type="checkbox"/> Durch das I-Glied im PID-Regler kann es zu reglerinduzierten Oszillationen kommen.	(b) <input type="checkbox"/> Für den P- und den D-Regler ist die Saturation ein marginales Problem.
(c) <input type="checkbox"/> Der Integrationsanteil bei einem PI- bzw. PID-Regler kann im ungünstigsten Fall ins Unendliche steigen.	(d) <input checked="" type="checkbox"/> Wind-Up kann durch die geeignete Wahl des Parameters $K_D$ verhindert werden.

Vgl. Skript Abschnitt 10.3 (S. 121ff)

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



Das System hat die folgende Phasenreserve:

(a) <input type="checkbox"/> $180^\circ$	(b) <input type="checkbox"/> $70^\circ$	(c) <input type="checkbox"/> $20^\circ$	(d) <input type="checkbox"/> $\infty$
--	---	---	---------------------------------------

Unendlich, da kein Schnittpunkt mit dem Einheitskreis.

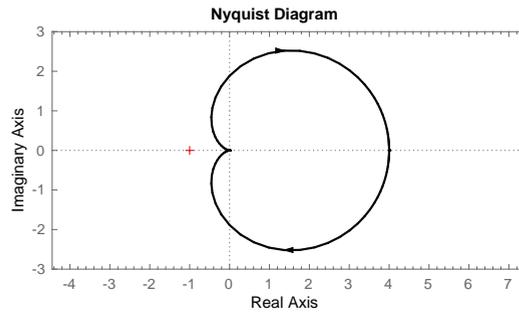
4. Ein LTI-System wird durch die Übertragungsfunktion  $G(s) = \frac{2s+1}{(s+4)(s+5)}$  beschrieben. Wenn der Regler  $K(s) = s$  benutzt wird, ist die komplementäre Sensitivitätsfunktion  $T(s)$  gegeben durch

- |  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| (a) <input checked="" type="checkbox"/> $\frac{2s^2+s}{3s^2+10s+20}$ | (b) <input type="checkbox"/> $\frac{(s+4)(s+5)}{3s^2+10s+20}$ | (c) <input type="checkbox"/> $\frac{2s+1}{3s^2+10s+20}$ | (d) <input type="checkbox"/> $\frac{2s^2+s}{(s+4)(s+5)}$ |
|--|---|---|--|

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

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

5. Betrachten Sie das folgende Nyquistdiagramm.



Welcher Übertragungsfunktion entspricht es?

- |  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| (a) <input type="checkbox"/> $\frac{s+4}{s^2+s}$ | (b) <input type="checkbox"/> $\frac{8}{(s+1)(s+2)}$ | (c) <input type="checkbox"/> $\frac{4s}{s^2+s+1}$ | (d) <input type="checkbox"/> $\frac{s+4}{s^2+s+1}$ |
|--|---|---|--|

Polüberschuss = 2 (Nähert sich dem Ursprung von links)

Statische Verstärkung = 4

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

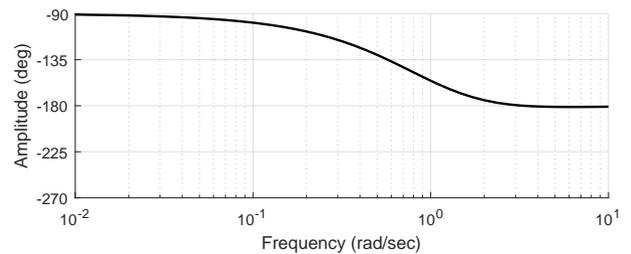
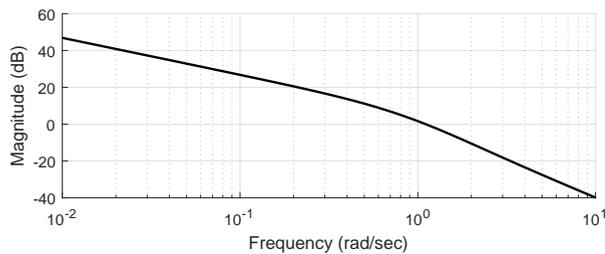
6. Welche der folgenden Aussagen bezüglich der Ortskurve ist falsch?

- |  |   |
|--|---|
| (a) <input type="checkbox"/> Die Ortskurve ist symmetrisch zur reellen Achse.                                  | (b) <input type="checkbox"/> Ortskurve is ein anderer Begriff für Nyquist-Diagramm  |
| (c) <input checked="" type="checkbox"/> Die Ortskurve enthält die gleiche Informationen wie das Bode-Diagramm. | (d) <input type="checkbox"/> Es gibt lineare Systeme, bei denen die Ortskurve für $\omega \rightarrow 0$ beliebig grosse Werte annimmt. |

Die

Frequenzinformationen sind nicht in der Ortskurve enthalten.

7. Betrachten Sie das folgende Bode Diagramm.

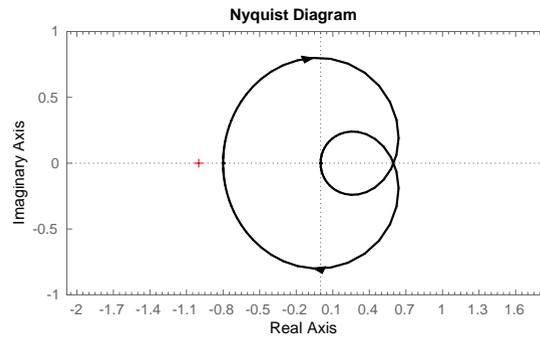


Das System hat die folgende Statische Verstärkung:

- |                                   |                                    |  |  |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|--|
| (a) <input type="checkbox"/> 0 dB | (b) <input type="checkbox"/> 45 dB | (c) <input checked="" type="checkbox"/> $\infty$ | (d) <input type="checkbox"/> $-\infty$ |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|--|

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.

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



Das System hat die folgende Amplitudenreserve:

(a) <input type="checkbox"/> 1.25	(b) <input type="checkbox"/> -0.8	(c) <input type="checkbox"/> 0.8	(d) <input type="checkbox"/> $\infty$
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

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

9. 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) <input type="checkbox"/> E/A-stabil, I-stabil	(b) <input checked="" type="checkbox"/> E/A-stabil, I-instabil
(c) <input type="checkbox"/> E/A-instabil, I-instabil	(d) <input type="checkbox"/> 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.