

Regelungstechnik

4. Übung

Victor Cheidde Chaim

14. Februar 2022

Universität der Bundeswehr München, LRT-15 Institut für Steuer- und Regelungstechnik

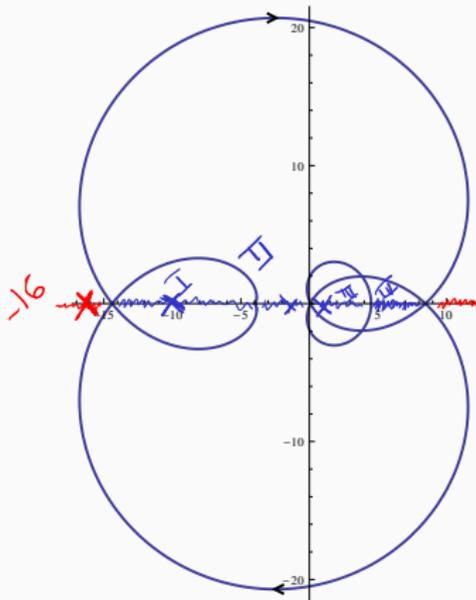
Aufgabe 3.3

$$G(s) = \frac{4(64s^2 + 16s + 17)}{(s^2 + 2s + 2)^3} - 4$$

1. Geben Sie in jedem "Fenster" sowie im Außengebiet der Kurve jeweils einen Punkt auf der reellen Achse an, wenn es einen solchen Punkt gibt.
2. Bestimmen Sie, wie oft der Punkt umschlungen wird (Durchtritte durch die reelle Achse rechts vom Punkt, vor und zurück mit ± 1 bewertet, wie beim letzten Übungstermin).
3. Bestimmen Sie für jedes Fenster, das einen Punkt nach 1 enthält, näherungsweise das dazugehörige Intervall der Werte von k .
4. Berechnen Sie zur Probe für jeden markierten Punkt die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, bestimmen Sie die Anzahl der instabilen Pole, und vergleichen Sie (Rechner benutzen!).

Aufgabe 3.3

1. Geben Sie in jedem "Fenster" sowie im Außengebiet der Kurve jeweils einen Punkt auf der reellen Achse an, wenn es einen solchen Punkt gibt.



i) Außengebiet: -16

I: -10

II: -2

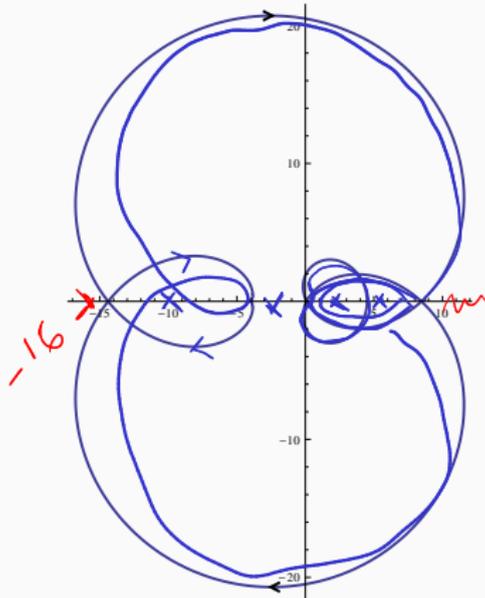
III: 1

IV: 5

Aufgabe 3.3

2. Bestimmen Sie, wie oft der Punkt umschlungen wird.

Anzahl der
 n_i Umschlingungen



i) Außengebiet: -16

0

Fenster:

I: -10

2

II: -2

1

III: 1

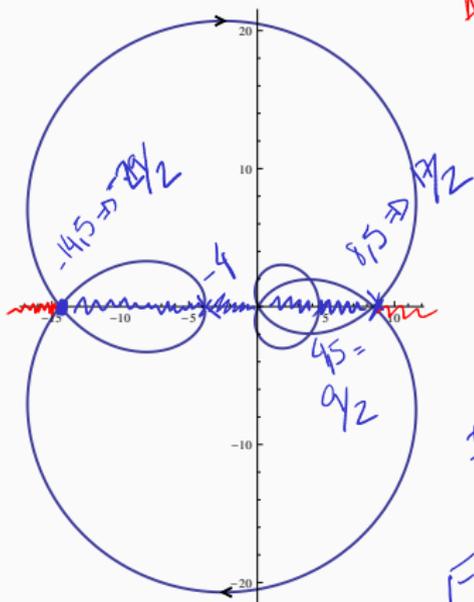
3

IV: 5

2

Aufgabe 3.3

3. Bestimmen Sie für jedes Fenster, das einen Punkt nach 1 enthält, näherungsweise das dazugehörige Intervall der Werte von k .



Außen gelöst: $-\frac{1}{k} < \frac{29}{2} \parallel \underline{\underline{-\frac{1}{k} > \frac{17}{2}}}$

$\frac{1}{k} > \frac{29}{2} \rightarrow k < \frac{2}{29} \parallel$

$-\frac{1}{k} > \frac{17}{2} \rightarrow \frac{1}{k} < -\frac{17}{2} \rightarrow k > \frac{-2}{17} \parallel$

Fenster I: $-\frac{29}{2} < -\frac{1}{k} < -4$

$\frac{29}{2} > \frac{1}{k} > \frac{1}{4} \rightarrow \frac{2}{29} < k < 4 \parallel$

Fenster II: $-4 < -\frac{1}{k} < 0$

$4 > \frac{1}{k} > 0 \stackrel{(\cdot)}{\rightarrow} \frac{1}{4} < k < 0 \rightarrow \boxed{k > \frac{1}{4}}$

Fenster III: $0 < -\frac{1}{k} < \frac{9}{2}$

$0 > \frac{1}{k} > -\frac{9}{2} \stackrel{(\cdot)}{\rightarrow} 0 < k < -\frac{9}{2} \rightarrow \boxed{k < -\frac{9}{2}}$

Aufgabe 3.3

Fenster 4: $9/2 < -1/k < 17/2 \rightarrow -9/2 > 1/k > -17/2$
 $\rightarrow -2/9 < k < -2/17 //$

4. Berechnen Sie zur Probe für jeden markierten Punkt die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, bestimmen Sie die Anzahl der instabilen Pole, und vergleichen Sie (Rechner benutzen!).

k	Pole
$\frac{1}{16}$	$2.68 - 1.74 i$, $2.68 + 1.74 i$, $0.270 - 0.515 i$, $0.270 + 0.515 i$, $0.05 - 1.99 i$, $0.05 + 1.99 i$
$\frac{1}{10}$	$-3.00 - 2.00 i$, $-3.00 + 2.00 i$, $-0.215 - 0.507 i$, $-0.215 + 0.507 i$, $0.22 - 2.20 i$, $0.22 + 2.20 i$
$\frac{1}{2}$	-4.56 , 1.47 , $-1.38 - 3.62 i$, $-1.38 + 3.62 i$, $-0.076 - 0.503 i$, $-0.076 + 0.503 i$
-1	-3.81 , 0.444 , $-1.36 - 2.98 i$, $-1.36 + 2.98 i$, $0.041 - 0.553 i$, $0.041 + 0.553 i$
$-\frac{1}{5}$	-3.41 , -0.0266 , $-1.34 - 2.65 i$, $-1.34 + 2.65 i$, $0.054 - 0.743 i$, $0.054 + 0.743 i$

Anfangswert: -16

Fenster:

I: -10

II: 2

III: 1

IV: 5

0
 2
 1
 3
 2

Aufgabe 4.1

Zerlegen Sie die folgenden Übertragungsfunktion jeweils in einen Allpaß und ein Phasenminimumsystem:

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

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

3. $G(s) = \frac{(s-2)(s+1)(s+(1-i))(s+(1+i))}{(s-(3+i))(s-(3-i))(s+4)}$

4. $G(s) = \frac{(s-1)(s^2+1)(s^2+17s+5)}{(s+1)(s^2-5s+17)}$

↳ Pole und NS
 $\text{Re}(\text{Pole}) < 0$
 $\text{Re}(\text{NS}) < 0$

Amplitudengang = 0dB

Aufgabe 4.1

1. $G(s) = \frac{2(s-1)}{s+1}$ *Allpasssystem* $\rightarrow G_{\text{All}} = \frac{s-1}{s+1} \Rightarrow G_{\text{RMS}} = 2$
 $\hookrightarrow G(s) = G_{\text{RMS}} \cdot G_{\text{All}}$

$$\|G(j\omega)\| = \left\| \frac{j\omega - 1}{j\omega + 1} \right\| = \left\| \frac{(-1 + j\omega)(1 - j\omega)}{1 - j^2\omega^2} \right\| = \left\| \frac{-1 + j\omega + j\omega - j^2\omega^2}{1 + \omega^2} \right\| =$$

$$= \left\| \frac{-1 + 2j\omega - \omega^2}{1 + \omega^2} \right\| = \frac{1}{1 + \omega^2} \|-1 - \omega^2 + 2j\omega\| =$$

$$= \frac{1}{1 + \omega^2} \sqrt{(-1 - \omega^2)^2 + (2\omega)^2} = \frac{1}{1 + \omega^2} \sqrt{1 + \omega^4 - 2\omega^2 + 4\omega^2}$$
$$= \frac{1}{1 + \omega^2} \sqrt{(1 + \omega^4 + 2\omega^2)^2} = \frac{1}{1 + \omega^2} \sqrt{(1 + \omega^2)^2} = \frac{1 + \omega^2}{1 + \omega^2} = 1 =$$

0dB

Aufgabe 4.1

$$2. G(s) = \frac{s+1}{s+2} \rightarrow \begin{array}{l} \text{NS} = -1 \\ \text{PS} = -2 \end{array} \rightarrow G_{\text{PMS}} = \frac{s+1}{s+2}$$
$$G_{\text{ATI}} = 1 //$$

$$G(s) = G_{\text{PMS}} \cdot G_{\text{ATI}} \Rightarrow G(s) = 1 \cdot \frac{s+1}{s+2} \checkmark$$

Aufgabe 4.1

$$3. G(s) = \frac{(s-2)(s+1)(s+(1-i))(s+(1+i))}{(s-(3+i))(s-(3-i))(s+4)}$$

→ Zerf. von NMS:

→ Zerf. von All:

$$G_{All} = \frac{(s-2)}{(s+2)} \cdot \frac{s+(1+i)}{(s-(3+i))} \cdot \frac{s+(1-i)}{(s-(3-i))} \quad \checkmark$$

$$G_{NMS} = \frac{(s+2)}{(s+4)} \cdot \frac{s+(1-i)}{s+(3+i)} \cdot \frac{s+(1+i)}{s+(3-i)} \cdot (s+1) \quad \checkmark$$

$\text{Re}(\text{Pole}(G_{NMS})) < 0$
 $\text{Re}(\text{NS}(G_{NMS})) < 0$

Aufgabe 4.1

$$4. G(s) = \frac{\underbrace{(s-1)}_{\text{PMS}} \underbrace{(s^2+1)}_{\text{PMS}} \underbrace{(s^2+17s+5)}_{\text{PMS}}}{(s+1) \underbrace{(s^2-5s+17)}_{\text{Re} > 0}}$$

$$G_{\text{M1}} = \frac{s-1}{s+1} \frac{s^2+5s+17}{s^2-5s+17} \quad \checkmark$$

$$G_{\text{PMS}} = \frac{(s^2+1)(s^2+17s+5)}{s^2+5s+17} \quad \checkmark$$

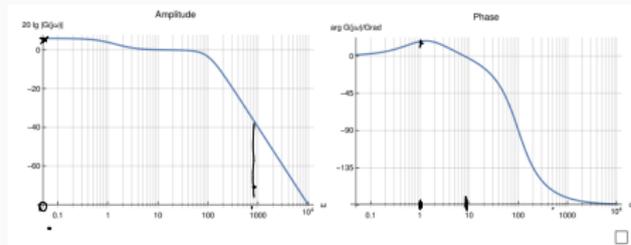
Aufgabe 4.2

4.2 Aufgabe. Stellen Sie fest, zu welcher der angegebenen Übertragungsfunktionen das dargestellte Bode-Diagramm gehört. Geben Sie dazu für 5 der 6 Fälle jeweils ein Merkmal der Übertragungsfunktion und ein Merkmal des Bode-Diagramms an, die nicht miteinander verträglich sind.

$$G_1(s) = -\frac{\frac{s}{10} + 1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{3s}{200} + 1\right)}, \quad G_2(s) = -\frac{\frac{s}{10} - 1}{(s+1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{3s}{200} + 1\right)},$$

$$G_3(s) = \frac{\frac{s}{10} - 1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{3s}{200} + 1\right)}, \quad G_4(s) = \frac{s-2}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{3s}{200} + 1\right)},$$

$$G_5(s) = \frac{\frac{s}{10} - 1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{2s}{25} + 1\right)}, \quad G_6(s) = \frac{\frac{s}{10} - 1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000} + \frac{s}{200} + 1\right)}.$$



G_1 : NS -10 müsste Phase noch oben knicken.

G_2 : Pol -1 müsste Phase noch unten knicken.

G_3 : Gleichverstärkung müsste 0dB sein

G_4 : alles stimmt \rightarrow Die einzige ÜF, die: $\lim_{\omega \rightarrow 0} |G(j\omega)| > 0\text{dB}$

G_5 : Amplitude müsste bei ca 800 noch unten knicken

G_6 : Resonanzüberhöhung müsste auftreten.