

9 Reglerentwurf im Frequenzbereich

Zoltán Zomotor

Versionsstand: 20. Juli 2015, 11:15

Die nummerierten Felder bitte mithilfe der Videos ausfüllen: <http://www.z5z6.de>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

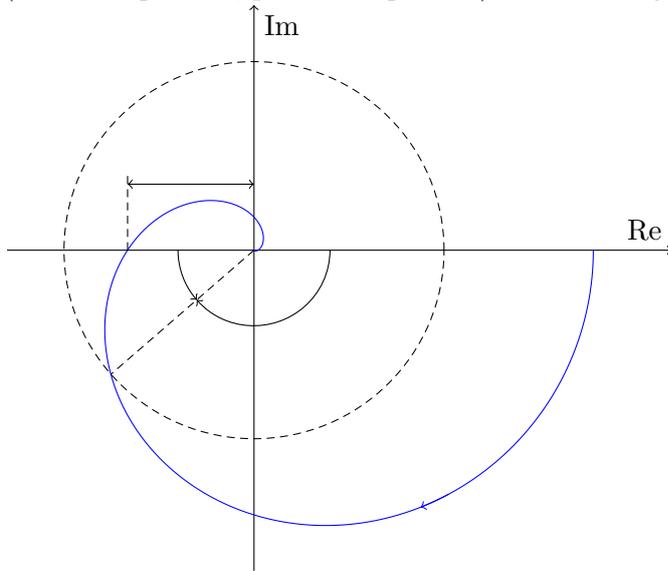
Bitte hier notieren, was beim Bearbeiten unklar geblieben ist:

Inhaltsverzeichnis

1	Amplituden- und Phasenreserve	2
2	Nyquist-Diagramm aus Bode-Diagramm erstellen	3
2.1	Nyquist-Plot für ein System 2. Ordnung, siehe [FPE10, Example 6.8]	3
2.2	Nyquist-Plot für ein System 3. Ordnung, siehe [FPE10, Example 6.9]	4
2.3	Nyquist-Plot für eine instabile Strecke, siehe [FPE10, Example 6.10]	6

1 Amplituden- und Phasenreserve

(Gain margin GM, phase margin PM) Skizze im Nyquist-Diagramm:



Die Amplituden- oder Betragsreserve G_m ist definiert als der *Kehrwert des Amplitudengangs des aufgeschnittenen Regelkreises bei der Phasenschnittkreisfrequenz ω_π* :

1 _____
|

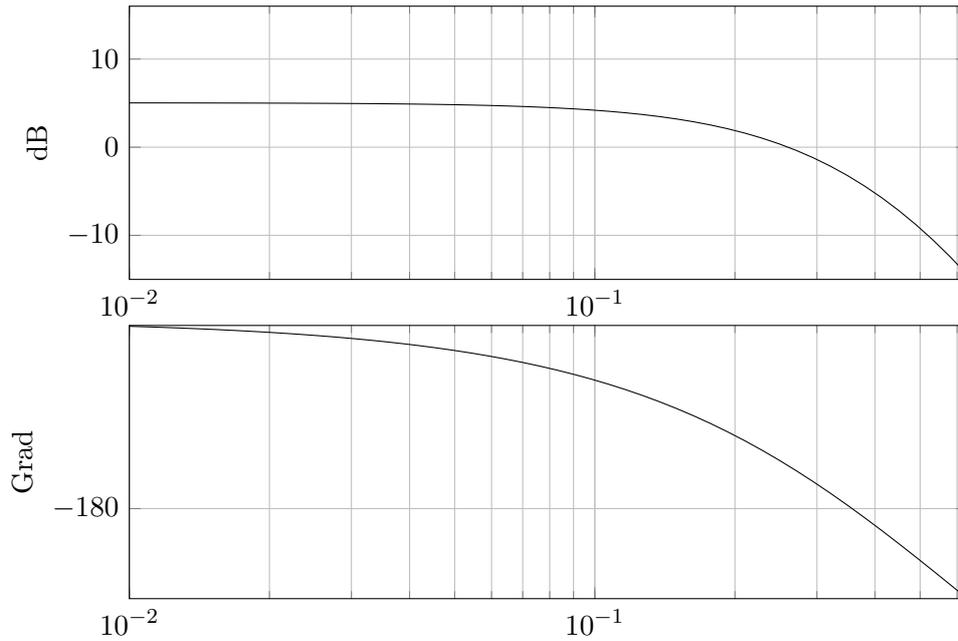
und die Phasenreserve φ_m ist definiert als *Differenz zwischen dem Phasengang des aufgeschnittenen Regelkreises bei der Durchtrittskreisfrequenz ω_c und $-\pi$* :

2 _____
|

Der Kreis ist umso stabiler, je größer die Amplitudenreserve ist. Diese Größe sowie die Phasenreserve φ_m können zur groben Dimensionierung des Regelkreises herangezogen werden. Übliche Werte sind:

3 _____
|

Die Größen $G_0(i\omega_\pi)$ und φ_m lassen sich einfacher im Bode-Diagramm ablesen. Daraus folgt nebenbei, dass sich dieses auch zur Stabilitätsanalyse heranziehen lässt, indem man prüft, ob $|G_0(i\omega_\pi)|$ bei $\varphi(\omega_\pi) = \pi$ kleiner oder größer als 1 ist:



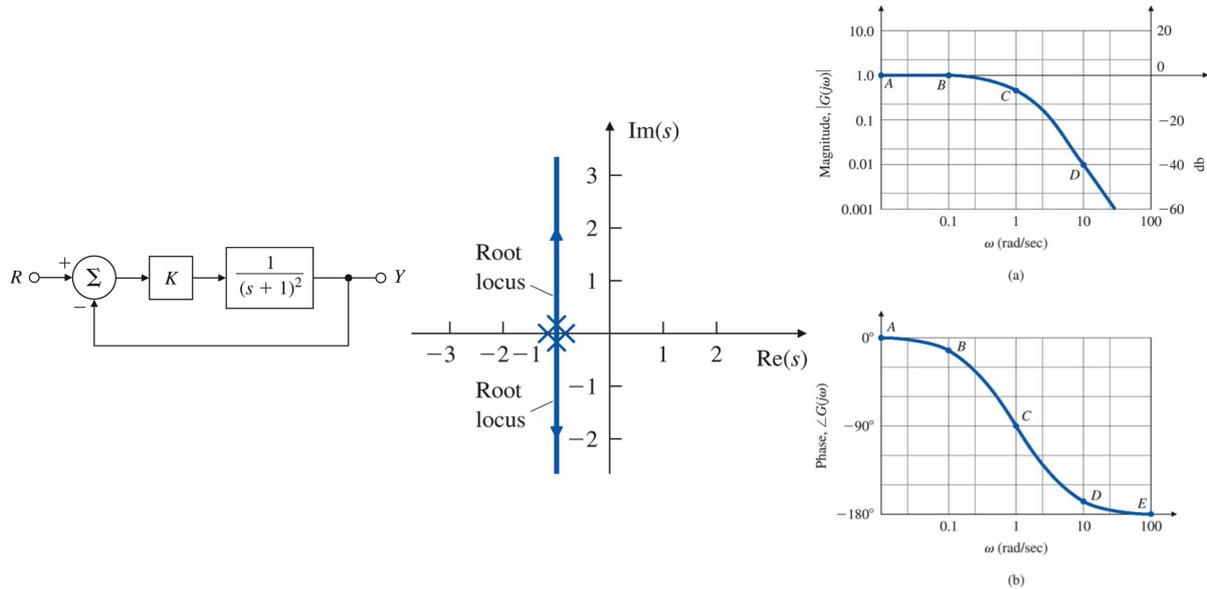
2 Nyquist-Diagramm aus Bode-Diagramm erstellen

Aus einem Bode-Diagramm lässt sich das korrespondierende Nyquist-Diagramm erzeugen, indem für mehrere Punkte Betrag und Phase abgelesen und diese Punkte im Nyquist-Diagramm eingetragen werden. Im Folgenden ist jeweils eine Strecke mit Wurzelortskurve und Bode-Diagramme gegeben, das Nyquist-Diagramm konstruieren wir dann aus dem Bode-Diagramm. Aus der Wurzelortskurve lassen sich Aussagen über die Stabilität machen, die sich im Nyquist-Diagramm bestätigen lassen.

Praktische Bedeutung hat das Nyquist-Diagramm, wenn nur das Bode-Diagramm bekannt ist (zum Beispiel messtechnisch bestimmt) und die genauen Systemgleichungen unbekannt sind.

2.1 Nyquist-Plot für ein System 2. Ordnung, siehe [FPE10, Example 6.8]

Wir betrachten folgendes System mit dazugehöriger Wurzelortskurve und dazugehörigem Bode-Diagramm für $K = 1$ ([FPE10, Fig. 6.20, 6.21 und 6.22]):



Die WOK zeigt, dass das System

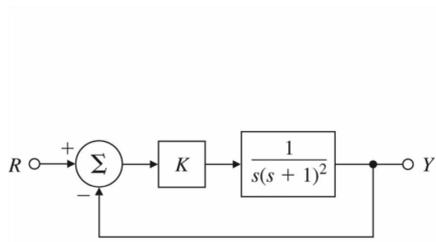
4

Konstruktion des Nyquist-Plots:

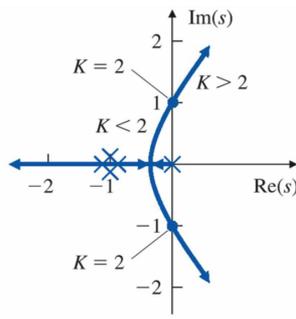
5

2.2 Nyquist-Plot für ein System 3. Ordnung, siehe [FPE10, Example 6.9]

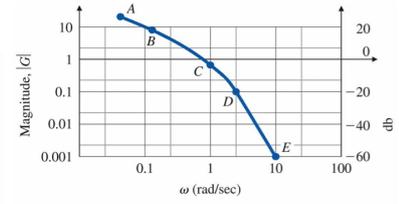
Wir betrachten folgendes System mit dazugehöriger Wurzelortskurve und Bode-Diagramm ([FPE10, Fig. 6.14 und 6.25])



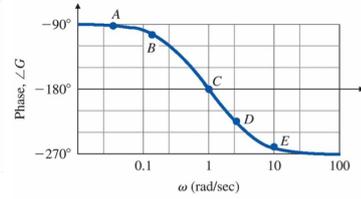
(a)



(b)



(a)



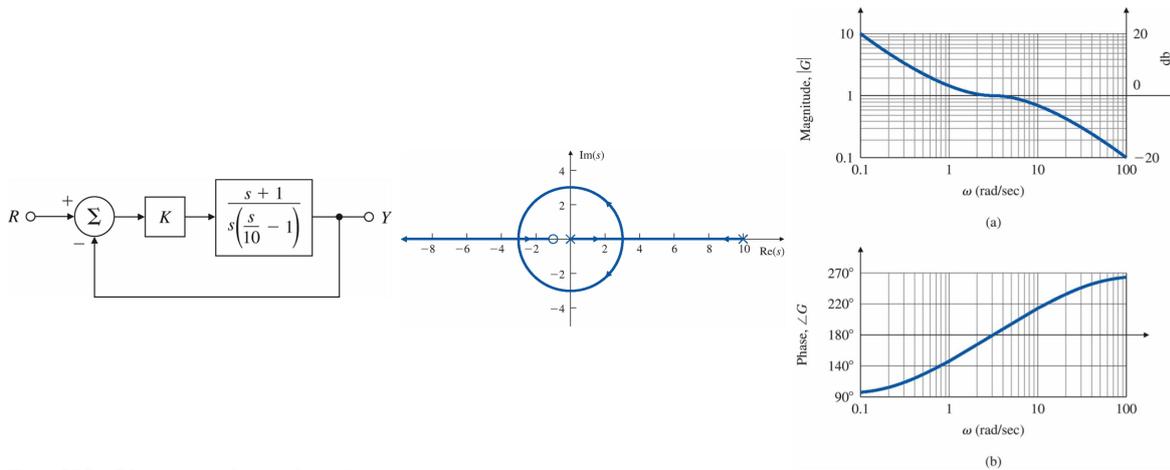
(b)

Die WOK zeigt, dass das System

6

7

2.3 Nyquist-Plot für eine instabile Strecke, siehe [FPE10, Example 6.10]



Die WOK zeigt, dass das System

Literatur

[FPE10] Gene F. Franklin, J. David Powell und Abbas Emami-Naeini. *Feedback Control of Dynamic Systems*. 6th international edition. Pearson Prentice Hall, 2010.