

2.LK Regelungstechnik

Gedächtnisprotokoll

25.02.2014

Einleitung

Da man als Hilfsmittel "alles" zur Klausur mitnehmen kann, gibt's fast bei jeder Frage eine Besonderheit, auf der man achten muss. Dieses Gedächtnisprotokoll versucht diese hervorzuheben.

Insgesamt gibt es 27 Punkte.

Aufgabe 1 WOK (8 Punkte)

a) (4 Punkte)

WOK zeichnen von einem Regelkreis (G,K). Die Strecke G hat einen instabilen Pol und K hat eine NS mit positiven Realteil die sich mit dem instabilen Pol von G wegkurzt. Da muss man besonders vorsichtig sein.

b) (4 Punkte)

Gegeben sind die Regelkreise A, B und C (mit G und K jeweils):

(A) hat nur eine Nullstelle (-3) und zwei komplex konjugierte Pole mit negativen Realteil (-1).

(B) hat im Nenner (1-s). Der Trick hier ist, dass man die Wurzelortskurve erst zeichnen darf wenn alle s Koeffizienten auf 1 normiert sind. Also der offene Regelkreis von B sieht folgendes aus:

$$Q_b(s) = k \cdot \frac{p_k(s) \cdot p_g(s)}{q_k(s) \cdot q_g(s) \cdot (1-s)} = -k \cdot \frac{p_k(s) \cdot p_g(s)}{q_k(s) \cdot q_g(s) \cdot (s-1)}$$

somit ändern sich die Regeln fürs Zeichnen von WOK. Das ist nicht weiter schlimm, weil wenn man diesen Trick gesehen hat kann man schnell die WOK-Diskussion richtig durchführen.

(C) Irgendwas normales...

Nun muss man (ohne die WOK zu zeichnen) die Stabilität der jeweiligen Regelkreise beurteilen. Man entscheidet wie sich die Stabilität der Regelkreise ändert mit Änderung der jeweiligen Verstärkungsfaktor (mit Begründung):

- i) für kleine k stabil, für große nicht
- ii) für alle k Stabil

iii) usw. ...

Man muss also Pole-NS Überschüsse betrachten und wissen wohin die Pole sich bewegen für verschiedene Werte von k (Verstärkungsfaktor).

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Algebraische Reglersynthese mit Vorgabe der Wurzeln von q_{cl} .

a) (4.5 Punkte)

Gegeben ist die Strecke:

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

zwei Pole der vom Polynom der geschlossenen Regelkreis (q_{soll}) müssen -1 betragen und alle weitere -4 gefragt ist der Regler minimaler Ordnung.

Hinweis: am Ende kommt es zu einem Regler, der nicht realisierbar ist.

b) (0.5 Punkt)

welche Ordnung muss der realisierbare Regler haben?

c) (3 Punkte)

Der Regler $k = \frac{p_k}{q_k}$ (mit Ordnung die höher ist als die minimale. q und p sind explizit gegeben) ist mit der Anforderung von Teilaufgabe a entworfen. Gefragt ist mit kurzer Begründung und **ohne Rechnung** ob der geschlossene Regelkreis:

- i) Asymptotisch Stabil ist?
- ii) Schwingungsfähig ist?
- iii) Bei sprunghafte Anregung keine bleibende Regelabweichung aufweist? (hier muss man auf I-Anteil achten)

Hinweis: Der Trick bei dieser Aufgabe ist ganz einfach: in Teilaufgabe **a** wurden doch die Wurzeln von q_{cl} vorgegeben. Somit kann man sofort ablesen (abgesehen von K) ob der geschlossene Regelkreis instabile Pole hat (Wurzeln von q_{cl} mit nicht negativen Realteil) oder konjugiert komplexe Pole.

Aufgabe 3 (11 Punkte)

Kaskadenregelung / Regler Entwurf mit Vorgabe von $T(s)$ und im Bode-Diagramm. gegeben ist eine Strecke G1 und K1 und K2 und dann die kaskadierte Reglerstruktur (Zeichnung).

a) (4 Punkte)

mehrere $T(s)$ sind gegeben welche von denen ist geeignet für irgendeine Strecke? es muss auch gelten

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (\tilde{u}(t) - \tilde{y}(t)) = 0$$

$$\text{mit } \tilde{u} = h(t)$$

Hinweis: Diese Bedingung ist dann erfüllt wenn $\lim_{s \rightarrow 0} T(s) = 1$ wegen:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} (\tilde{u}(t) - \tilde{y}(t)) &= \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} s(U(s) - Y(s)) \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} s\left(\frac{1}{s} - T(s)\frac{1}{s}\right) \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} s\frac{1}{s}(1 - T(s)) \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} (1 - T(s)) = 0 \end{aligned}$$

Alles andere ist dann die Standarddiskussion mit $T(s)$.

b) (1 Punkt)

Ist der resultierende geschlossene Regelkreis von **a** asymptotisch stabil? Hier kann man auch wieder die Standardgründe vom Skript bzw. Übung nehmen.

c) (1 Punkt)

....

d) (1 Punkt)

Für einen gegebenen PI-Regler $K(s) = k_p \cdot (1 + \frac{1}{T_i s})$ (falls man zu keiner Lösung gekommen ist in der vorherigen Aufgaben) und einer der Strecken muss man (mit Bode) angeben wie groß die Verstärkung ist für die eine Phasenreserve von 45° gesichert ist und Messrauschen im Frequenzbereich 100 rad/s mit mindestens -40 dB unterdrückt wird. Man muss auch die Zeitkonstante so wählen, dass die langsamste Zeitkonstante in der Strecke weggekürzt wird.

e) (1 Punkt)

.....