

9. Übung, 16. März 2021

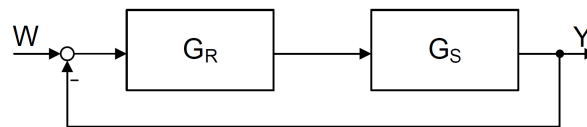
Thema: Reglerstrukturen, Reglerentwurf, Polkompensation

Aufgabe 1. Reglerstrukturen

Gegeben ist das System aus der vorherigen Übung 8.) mit der Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{2}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}.$$

Es wird ebenfalls ein Standardregelkreis der Form



betrachtet. Als Regler werden in diesem Fall zwei verschiedene Regler-Strukturen verwendet

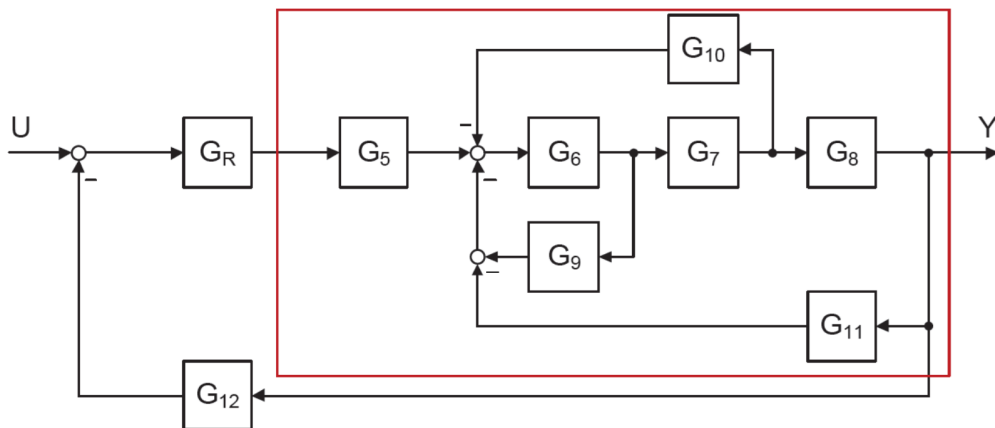
- PI-Regler: $G_{R,PI}(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot s} \right)$
- PID-Regler: $G_{R,PID}(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot s} + T_D \cdot s \right)$

Aufgaben

- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises mit einem PI-Regler. Untersuchen Sie den Einfluss der Reglerparameter K_R und T_I auf das Verhalten der Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises.
- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises mit einem PID-Regler. Wie äußert sich der Einfluss des zusätzlichen Reglerparameters T_D auf das Verhalten der Regelstrecke?

Aufgabe 2. Reglerentwurf nach Ziegler-Nichols

Gegeben ist das folgende System in Blockschaltbild-Form



mit den allgemeinen Übertragungsfunktionen $G_5(s) - G_{12}(s)$ sowie $G_R(s)$. Für die Übertragungsfunktionen gilt:

$$G_5 = K, G_6 = \frac{2}{s+1}, G_7 = G_8 = \frac{1}{s}, G_9 = 2, G_{10} = 3, G_{11} = G_{12} = \frac{1}{s+2}$$

Aufgaben

- Fassen Sie das in dem roten Kasten dargestellte Übertragungssystem zu einer doppelbruchfreien Übertragungsfunktion $G_S(s)$ zusammen.
- Prüfen Sie mit ob die Übertragungsfunktion $G_S(s)$ stabil ist.

Das System $G_0(s)$ wird nun mit einem Regler $G_R(s)$ geregelt. Zusätzlich ist zur Betrachtung des Sensorverhaltens die Übertragungsfunktion $G_{12}(s)$ in der Rückführung enthalten.

- Stellen Sie die Gesamtübertragungsfunktion $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ in doppelbruchfreier Form in Abhängigkeit von $G_R(s)$ auf.
- Ist das System mit einem P-Regler $G_R(s) = K_R$ für ein $K > 0$ stabilisierbar? Falls ja, bestimmen sie mit Hilfe des Hurwitz-Kriteriums den Bereich für K_R in Abhängigkeit von K , für den der geschlossene Regelkreis asymptotisch stabil ist.
- Das System $G(s)$ wird nun mit einem $K_R = 12$ geregelt und mit einem Einheitssprung $u(t) = 1(t)$ beaufschlagt. Es stellt sich ein stationärer Endwert von $y_\infty = 12$ ein. Bestimmen Sie K .
- Der Regler $G_R(s)$ soll nun mit dem Verfahren nach Ziegler-Nichols ausgelegt werden. Hierbei sollen sowohl ein P-,PI- als auch ein PID-Regler betrachtet werden. Bei einem Schwingversuch wurde an der oberen Stabilitätsgrenze eine Periodendauer von $T_{krit} = 5s$ gemessen.

Aufgabe 3. Polkompensation

Gegeben ist das System

$$G(s) = \frac{4}{(s+2)(s+7)(s+8)}.$$

Das System $G(s)$ soll im Folgenden mit einem PI-Regler

$$G_R(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{T_I} \right)$$

in einem Standardregelkreis geregelt werden.

Aufgaben

- a) Bestimmen Sie die Nachstellzeit T_I des Reglers so, dass die Polstelle bei $s = -8$ der Regelstrecke kompensiert wird.
- b) Bestimmen Sie den Bereich für K_R für den der geschlossene Regelkreis stabil ist.
- c) Wie wirken sich die Polkompensation und die Wahl der Reglerverstärkung K_R auf die Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises aus?