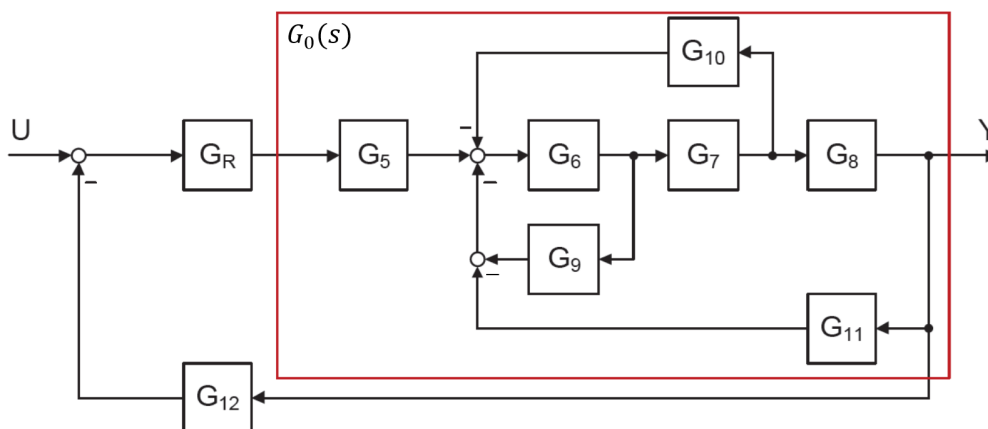


## 9. Übung, 11. März 2019

**Thema:** Künstliche Stabilität, Reglerentwurf, Polkompensation

### Aufgabe 1. 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  $G_0(s)$  zusammen.
- Prüfen Sie mit ob die Übertragungsfunktion  $G_0(s)$  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.

- e) 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  $K$ .
- f) Der Regler  $G_R(s)$  soll nun mit dem Verfahren nach Ziegler-Nichols ausgelegt werden. Hierbei sollen sowohl ein P- als auch PI-Regler entworfen werden. Bei einem Schwingversuch wurde an der oberen Stabilitätsgrenze eine Periodendauer von  $T_{krit} = 5s$  gemessen.

## Aufgabe 2. Polstellen-Kompensation

Gegeben ist die folgende Regelstrecke

$$G_S(s) = \frac{2}{(s+1) \cdot ((s+\delta) + \omega_e^2)}$$

mit  $\delta = \frac{1}{2}$  und  $\omega_e^2 = \frac{15}{4}$ .

### Aufgaben

- a) Kompensieren Sie das konjugiert komplexe Polpaar mit einem realisierbaren PID-Regler mit der parasitären Zeitkonstante  $T = \frac{1}{8}$  und geben Sie die Übertragungsfunktion  $G_0(s)$  des resultierenden offenen Regelkreises an
- b) Berechnen Sie den stationären Endwert der Sprungantwort des geregelten Systems  $G(s)$  mit Einheitsrückführung. Beschreiben Sie, wie sich das Systemverhalten durch die Polstellen-Kompensation verändert. Was würde sich ändern, wenn anstatt des PID- und ein P-Regler verwendet werden würde.