

Name: _____

Matr.-Nr.: _____

Abgabeende: 24.10.2022

Bitte beachten: Die Hausübung kann alleine oder als Gruppe zu zweit ausgearbeitet werden. Die Ergebnisse sind von jeder Einzelperson oder Gruppe als zip-Datei im Teachcenter hochzuladen. Bei Gruppenarbeiten ist die Ausarbeitung von beiden Gruppenmitgliedern hochzuladen und die Namen beider Gruppenmitglieder zu nennen. Die Ausarbeitung (zip-Datei) soll folgendes behalten:

- Eine kurze Ausarbeitung die erklärt, wie Sie die Aufgabenstellung gelöst haben.
- Die geforderten Simulationsergebnisse (Plots) im pdf-Format. Am besten fügen Sie die Plots direkt in die Ausarbeitung ein. Alle Plots müssen eine Achsenbeschriftung aufweisen. Verwenden Sie zum Darstellen der Ergebnisse **nicht** die Scope-Umgebung von SIMULINK.
- Alle Matlab m-Files und die Simulink Koppelpläne.

Geben Sie bitte weiters an, mit welcher Version von Matlab Sie gearbeitet haben. Sollten zu Ihren Ergebnissen Fragen auftreten wird es, je nach Bedarf, zu Beginn des kommenden Semesters ein Abgabegespräch geben. Darüber werden Sie per E-Mail informiert.

Bei Fragen zur Hausübung stehe ich gerne zur Verfügung (katarina.stanojevic@tugraz.at).

Aufgabe 1: Überprüfung auf Implementierbarkeit (5 Punkte)

Erstellen Sie eine Matlab-Funktion, die bei gegebener Strecke $P(s)$ eine gewählte Führungsübertragungsfunktion $T(s)$ hinsichtlich ihrer Implementierbarkeit bewertet. Falls die gewählte Führungsübertragungsfunktion $T(s)$ nicht implementierbar ist, soll die Matlab-Funktion diese (falls möglich) entsprechend modifizieren, siehe Abbildung 1. Der Funktionskopf soll dabei folgenden Aufbau haben

```
function [isimp_ext_flag, modify_flag, Tresult] = myisimpl_extended(P,T)
```

Hierbei sind P und T Übertragungsfunktionen (Matlab-Datentyp `tf`) und für die Rückgabeparameter soll gelten:

| | |
|---------------------------------|---|
| <code>isimp_ext_flag = 0</code> | $T(s)$ ist nicht implementierbar und kann nicht modifiziert werden |
| <code>isimp_ext_flag=1</code> | $T(s)$ ist implementierbar oder kann entsprechend modifiziert werden |
| <code>modify_flag = 0</code> | $T(s)$ musste nicht modifiziert werden |
| <code>modify_flag=1</code> | $T(s)$ musste modifiziert werden |
| <code>Tresult</code> | $T(s)$ oder die modifizierte Übertragungsfunktion $T_{\text{neu}}(s)$ |

Die Funktion soll zusätzlich die Sprungantwort von $T(s)$ **und** $T_{\text{neu}}(s)$ (falls vorhanden) graphisch darstellen.

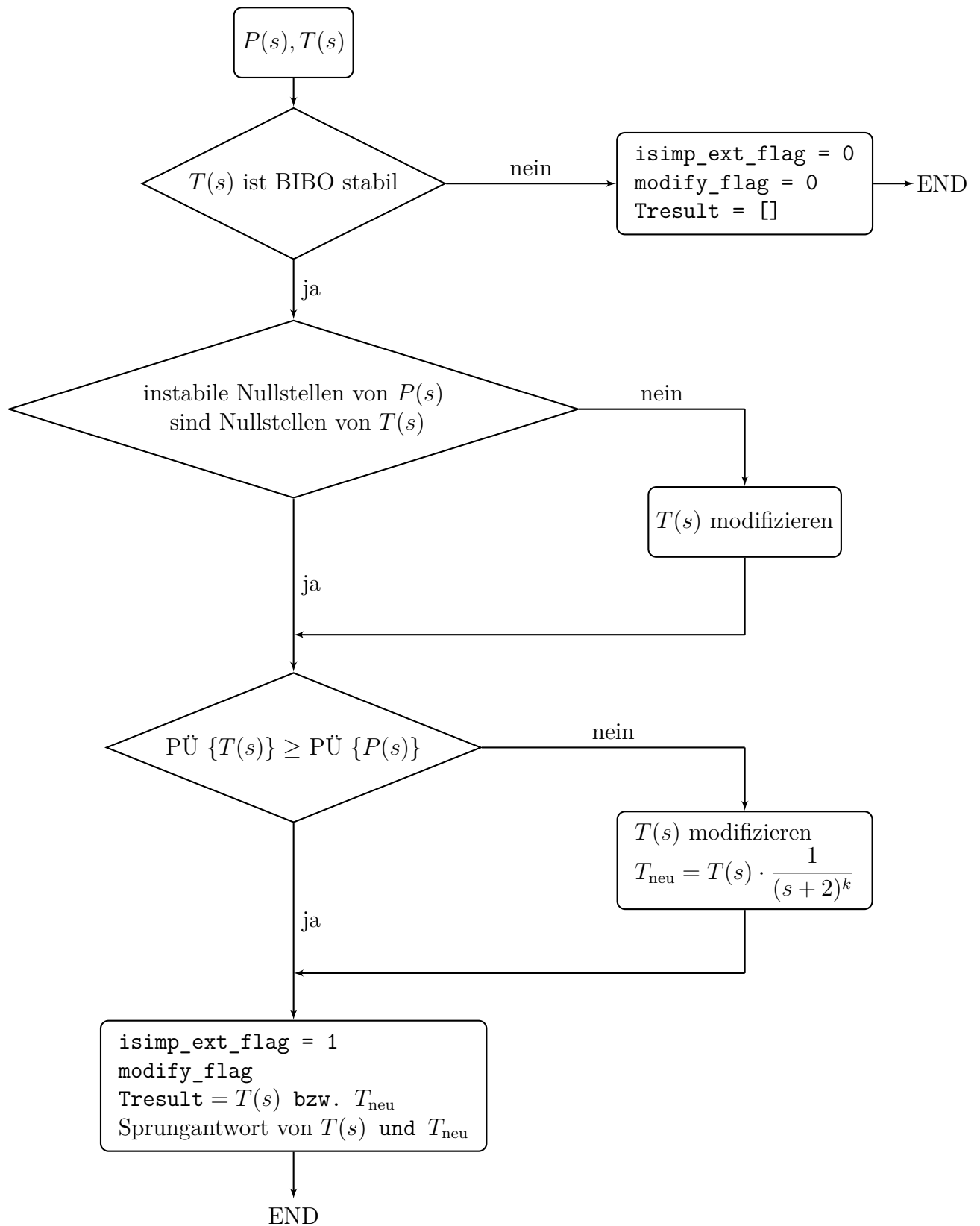


Abbildung 1: Flussdiagramm

Testbeispiele

1) $P(s) = \frac{s+3}{s(s-1)}$ und $T(s) = \frac{1}{s+1}$

```
isimp_ext_flag = 1  
modify_flag = 0  
Tresult = 1/(s+1)
```

2) $P(s) = \frac{s+3}{s(s-1)}$ und $T(s) = \frac{1}{s-1}$

```
isimp_ext_flag = 0  
modify_flag = 0  
Tresult = []
```

3) $P(s) = \frac{(s-3)}{s(s-1)}$ und $T(s) = \frac{1}{(s+1)^2}$

```
isimp_ext_flag = 1  
modify_flag = 1  
Tresult = (s-3)/((s+1)*(s+1))
```

4) $P(s) = \frac{1}{s(s-1)}$ und $T(s) = \frac{1}{(s+1)}$

```
isimp_ext_flag = 1  
modify_flag = 1  
Tresult = 1/((s+1)*(s+2))
```

5) $P(s) = \frac{(s-3)^2}{s(s-1)^2}$ und $T(s) = \frac{1}{(s+1)}$

```
isimp_ext_flag = 1  
modify_flag = 1  
Tresult = ((s-3)*(s-3))/((s+1)*(s+2)*(s+2))
```

Aufgabe 2: Polvorgabe und Unterdrückung von harmonischen Störungen (5 Punkte)

Gegeben sei der Standardregelkreis mit einer Strecke $P(s)$, dem Regler $R(s)$ und einer harmonischer Störung $d(t)$.

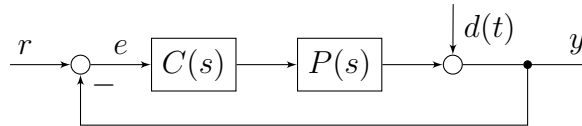


Abbildung 2: Erweiterte Regelkreisstruktur

- a) Erstellen Sie eine Matlab-Funktion mit dem Funktionskopf

$$[\mathbf{R}, \mathbf{T}] = \text{polvogue_HStoerung}(\mathbf{P}, \mathbf{n}, \mathbf{w}).$$

Hierbei ist \mathbf{P} (Datentyp **tf**) die gegebene Streckenübertragungsfunktion mit der Ordnung n , \mathbf{n} (Datentyp **tf**) ist das gewünschte Nennerpolynom der Führungsübertragungsfunktion des Regelkreises und \mathbf{omega} (Datentyp **double**) sind die Kreisfrequenzen, die unterdrückt werden sollen. Die Variable \mathbf{R} ist die gesuchte Reglerübertragungsfunktion mit der Ordnung ρ und \mathbf{T} ist die resultierende Führungsübertragungsfunktion.

Die Funktion soll folgende Berechnungsschritte durchführen:

- 1) Ermittlung der minimalen Reglerordnung ρ für welche die Lösbarkeit dieses Entwurfsproblem sichergestellt ist.
- 2) Falls der Polynomgrad von $\nu_T(s)$ nicht konsistent ist (also $\text{grad}(\nu_T(s)) < n + \rho + 1$), soll die Funktion eine Warnung ausgeben (Matlab: **warning**) und das Polynom $\nu_T(s)$ mit zusätzlichen Nullstellen bei $s = -4$ erweitern.
- 3) Durchführung des Entwurfs (Berechnung von \mathbf{R}) so, dass die obigen Anforderungen erfüllt werden. Dazu können Sie auf in den vorigen Übungen erstellte Funktionen zurückgreifen.

- b) Ermitteln Sie bei gegebener Strecke

$$P(s) = \frac{s - 3}{s(s - 1)}$$

die Reglerübertragungsfunktion $R(s)$, so dass eine harmonische Störung $d(t) = 0.7 \cos(3t)$ unterdrückt wird. Testen Sie Ihre Funktion mit den folgenden Polynomen für $\nu_T(t)$

- $\nu_{T,1}(s) = s + 5$
- $\nu_{T,2}(s) = (s + 5)^2$
- $\nu_{T,3}(s) = (s + 5)^5$.

- c) Erstellen Sie ein Simulink-Modell des geschlossenen Kreises mit der Störung $d(t)$ und simulieren Sie die Sprungantwort mit einer Endzeit von 20s. Wählen Sie als Solver **ode45** mit einer maximalen Schrittweite von $t_{\max} = 0.05\text{s}$ und plotten Sie die Ergebnisse für die verschiedenen Wunschpolynome.



Wichtige Matlab-Befehle

- eye
- flipplr
- flipud
- for
- help
- length
- minreal
- order
- real
- roots
- step
- sum
- tf
- tfdata
- toeplitz
- zeros
- zpk
- zpkdata