

## Übung 4: Der standard Regelkreis

Prof. Dr. Philipp Rostalski  
Institut für Medizinische Elektrotechnik  
Universität zu Lübeck

---

### A 4.1: Inverse Laplacetransformation

Gegeben sei die folgende Übertragungsfunktion eines linearen Systems:

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

- Bestimmen Sie die Ordnung des Systems.
- Berechnen Sie die Impulsantwort des Systems.
- Berechnen Sie die Sprungantwort des Systems.

### A 4.2: Blockdiagrammalgebra und Endwertsatz

Das System aus Aufgabe 1 soll nun mit einem Regler geregelt werden. Der geschlossene Kreis ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

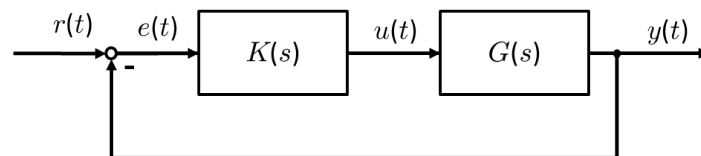


Abbildung 1 (zu A 4.2): Standardregelkreis

- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, also vom Referenzsignal  $r(t)$  zum Ausgangssignal  $y(t)$  für allgemeines  $K(s)$ .
- Bestimmen Sie die Regelabweichung auf einen Einheitssprung für den Fall eines Proportionalreglers mit

$$K(s) = k_p = \text{const.} .$$

- Bestimmen Sie die Regelabweichung auf einen Einheitssprung für den Fall eines PI-Reglers

$$K(s) = k_p + k_i \cdot \frac{1}{s} .$$

**A 4.3: Simulation dynamischer Systeme**

Gegeben sei ein Masse-Feder-Dämpfer mit linearen Dämpfung  $b$  und nichtlinearen Feder:

$$F_{Feder}(x) = 2\sqrt{0.1}x.$$

Die Differentialgleichung für die Position des Masserkörpers beim wirken einer externen Kraft  $F$  ist beschrieben durch:

$$m\ddot{x} = F - b\dot{x} - F_{Feder}(x).$$

Diese System soll nun mit Hilfe von Matlab simuliert werden.

- (a) Visualisieren Sie die nicht-Linearität der Federkraft. Benutzen Sie hierfür eine anonyme Matlab Funktion.
- (b) Simulieren Sie das System für die Ausgangswerte  $\dot{x} = 0$ ,  $x = 0$ ,  $F = 0.1$  mit dem Befehl `ode45` für 100 s. Formen Sie dafür die Differentialgleichung 2. Ordnung in ein System bestehend aus zwei Differentialgleichungen um.
- (c) Bestimmen Sie die Ruhelage für das System für die Kraft  $F = 0.1$ . Linearisieren Sie die Differentialgleichung um diesen Arbeitspunkt.
- (d) Implementieren Sie das lineare State-Space Model in Matlab unter Verwendung des Befehls `ss`.
- (e) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des Systems in Matlab. Verwenden Sie dafür den Befehl `tf`.
- (f) Simulieren Sie die Systemantwort der Übertragungsfunktion, des State-Space-Modells und der nicht linearen Systems auf einen Einheitssprung in der extern angreifenden Kraft  $F$ . Gehen Sie davon aus, dass sich das System in der oben bestimmte Ruhelage befindet.